Allgemeine Einleitung

zum

Studium der Chemie

nebst einer

gedrängten Zusammenstellung

der

wichtigsten chemischen Prozesse

mit stöchiometrischen Aufgaben

von

Dr. Ruchte,
kgl Rektor.

Ingolstadt, 1881.
Druck der A. Ganghofer'schen Buchdruckerei.

Allgemeine Einleitung

zum

Studium der Chemie

nebst einer

gedrängten Zusammenstellung

der

wichtigsten chemischen Prozesse

mit stöchiometrischen Aufgaben

von

Dr. Ruchte,
kgl Rektor.

Ingolstadt, 1881.
Druck der A. Ganghofer'schen Buchdruckerei.

Zu einem erfolgreichen Studium der Chemie, — dieser in unseren Tagen so allgemein wichtigen Wissenschaft, ist es vor allem nötig, daß die Grundprinzipien derselben mit ihren neueren Ansichten, Schreib- und Sprechweisen vollständig verstanden werden; — ist solches der Fall, so kann an der Hand eines jeden guten Lehrbuches dann leicht weiter gebaut werden. —

Zur Erreichung dieses Zweckes wurden bei Durchführung vorliegender kleiner Arbeit die besten Hilfsmittel benützt, die wichtigsten chemischen Prozesse in Formeln veranschaulicht, durch präcis durchgeführte stöchiometrische Aufgaben erläutert und dadurch ihr Nutzen besonders für das praktische Leben klar gemacht, die Ableitung einer großen Anzahl von Fremdwörtern angegeben und dabei besonders die physikalisch-chemischen Eigenschaften u. s. w. ausführlich behandelt.

Ingolstadt, im Oktober 1880.

Der Verfasser.

Den Inbegriff alles sinnlich Wahrnehmbaren nennen wir **Natur.** Die Wissenschaft, welche sich mit der Erforschung der Natur beschäftigt, heißt Naturkunde oder **Naturwissenschaft.** — Sie zerfällt in die **Naturgeschichte** (Zoologie, Botanik und Mineralogie) und in die **Naturlehre** (Physik und Chemie). **Materie,** Stoff oder Substanz ist Alles, was einen Raum ausfüllt; **Körper** ist begrenzte Materie. Die Ursachen aller in der Natur vorkommenden Erscheinungen nennt man **Kräfte.** Diese lassen sich nicht sinnlich wahrnehmen; was wir sehen, fühlen oder hören, sind nur Wirkungen der Kräfte. Nur in ihren Wirkungen lassen sich die Kräfte unterscheiden und ihrem Begriffe nach bestimmen; in der Chemie haben wir es vorzüglich mit der **Affinität** [1]) oder chemischen Anziehungskraft zu thun. Darunter verstehen wir diejenige Kraft, welche bewirkt, daß zwei oder mehrere ungleichartige Stoffe sich in einem bestimmten Verhältnisse mit einander verbinden und einen neuen gleichartigen Körper bilden; [2]) diejenige Kraft, welche also bewirkt, daß z. B. Schwefel und Quecksilber in einem bestimmten Verhältnisse sich mit einander vereinigen und einen neuen gleichartigen Körper, den Zinnober, bilden, welcher weder die Eigenschaften des einen, noch die des anderen der verbundenen Bestandteile besitzt, heißt chemische Anziehungskraft oder Affinität. — **Chemie** [3]) ist sonach derjenige Teil der Naturwissenschaft und zwar der Naturlehre, welcher sich mit jenen Erschein-

---

1) Von affinis, verwandt, nahestehend.

2) Eine genauere Definition siehe bei der Atomtheorie.

3) Dieses Wort wird verschieden abgeleitet. Am wahrscheinlichsten nach A. v. Humboldt von Chemia, womit die Aegyptier ihr Land, wegen der schwarzen Farbe seines Erdreichs bezeichneten. — Aegypten soll nämlich die Wiege dieser Wissenschaft sein.

ungen und Veränderungen beschäftigt, welche durch die chemische Anziehungskraft oder Affinität hervorgerufen werden.

Der Ursprung der Chemie verliert sich in die ältesten Zeiten, wenigstens ist es gewiß, daß schon die Aegypter einzelne chemische Kenntnisse besaßen, da man auf allen ägyptischen Denkmälern Abbildungen von Glasbläsern u. s. w. findet. Freilich mögen dies nur die Uranfänge, man kann wohl sagen, die Ahnungen jener Wissenschaft gewesen sein, die wir jetzt mit jenem Namen bezeichnen. Von den Aegyptiern kamen diese Kenntnisse auf die Griechen und von jenen zu den Römern; hier dürfen wir ihnen schon den Namen Alchemie geben. Alchemie ist die eingebildete Kunst, aus unedlen Metallen Gold zu machen, in Deutschland ganz richtig mit dem Namen „Goldmacherkunst" bezeichnet. Den alchemistischen Träumereien, diesem Suchen nach einer Universaltinktur, einem Stein der Weisen u. s. w. verdanken wir eine Menge nützlicher Entdeckungen und Erfahrungen. Ohne sie alle aufzuzählen, sei nur an das Porzellan erinnert, das Friedrich Böttcher bei dem Zusammenschmelzen mehrerer Erdarten fand, als er eben feuerfeste Tiegel zu alchemistischen Versuchen anfertigen wollte. Ferner an das Glaubersalz, den Phosphor, verschiedene Quecksilber-Präparate, die Soda, Pottasche 2c.

Die Chemie kann je nach Behandlung ihres Gegenstandes auf verschiedene Weise eingeteilt werden. Man unterscheidet z. B. eine **synthetische** und **analytische**[1]) Chemie je nachdem sie vorzugsweise auf Herstellung oder Zerlegung chemischer Verbindungen ausgeht; die **Agrikulturchemie** lehrt uns die Vorgänge des Landbaues kennen; die **gerichtliche Chemie** untersucht die Lebensmittel auf ihre Reinheit; die **pharmazeutische Chemie** behandelt jene Stoffe, die vorzüglich in der Arzneikunde Anwendung finden; die **Zymochemie** beschäftigt sich mit den Gährungsvorgängen u. s. w.

Die mannigfaltigen Naturerscheinungen erklären, heißt sie auf ihre Ursachen zurückführen. Jeder Erklärungsversuch, der nicht auf sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen fußt, heißt eine **Hypothese.** Die Erscheinungen und Veränderungen der Körper lernen wir auf dem Wege der Erfahrung kennen; zu den Naturgesetzen, nach welchen dieselben erfolgen, gelangen wir vermittelst der Vernunft aus einer Menge von Erfahrungen. Alle Erfahrungen sind entweder Beobachtungen (Observationen) oder Versuche (Experimente). Wir

---

1) Analyse, von ἀνα auf und λύω lösen, also trennen. Synthese von σύνθεσις aus σύν (zusammen) τίθημι (setzen).

machen eine Beobachtung, wenn wir einen Körper in demjenigen Zustande lassen, in den er durch sich selbst, also ohne unser Zuthun gekommen ist, und auf alle ihn treffenden Veränderungen aufmerken; wir machen dagegen einen Versuch, wenn wir den Zustand eine Körpers ändern, ihn also zwingen, Verhältnisse einzugehen, in die er von selbst nicht gekommen wäre, und dabei auf seine Veränderungen acht geben. Es ist z. B. eine Beobachtung, wenn wir zusehen, wie das Wasser gefriert; ein Versuch aber, wenn wir Wasser zum Gefrieren bringen, indem wir ein Gefäß mit Wasser in eine Mischung von Schnee und Salmiak stellen.

Durch das Zusammenwirken von Kraft und Materie entspringen die Eigenschaften der Körper. Diese sind zweierlei Natur; entweder sind sie unmittelbar ohne Hilfsmittel, oder mittelbar, jedoch ohne Veränderung der Körper — wahrnehmbar, d. s. die äußeren oder **physischen** Eigenschaften, oder sie sind nur mittelbar nach vorausgegangenere Veränderung wahrnehmbar, — d. s. die inneren oder **chemischen** Eigenschaften.

Zu den Kennzeichen der ersten Art gehören:

1) Die **Gestalt**, der äußere Umriß der Körper — und hier können wir eine regelmäßige oder unregelmäßige Bildung unterscheiden.

Regelmäßig oder ein **Krystall** [1]) wird jeder Körper genannt, der durch eine eigene Kraft gebildet, von ebenen Flächen, Kanten und Ecken symetrisch begrenzt ist und einen mit der äußeren Begrenzung übereinstimmenden inneren Bau hat, nach gewissen Richtungen hin leichter spaltbar ist, als nach anderen, welcher, wenn er durchsichtig ist, gewöhnlich das Licht zweimal bricht und von chemischen Agentien, an verschiedenen Stellen, verschieden stark angegriffen wird.

*Ist diese Regelmäßigkeit im äußeren Umrisse wie im innern Bau gleich deutlich ausgesprochen, so heißt der Körper krystallisiert im engern Sinne; beschränkt sich dieselbe nur auf den innern Bau, so entsteht eine krystallinische Masse, und bietet der Körper weder im Aeußern noch im Innern einen regelmäßigen Bau dar, so wird er amorph **) oder gestaltlos genannt. Solche amorphe

---

1) Κρύσταλλος Erstarren.

*) Es sei hier gestattet, die wichtigsten Fragen aus der Mineralogie kurz zu berühren.

**) Von ἀ (nicht) und μορφή (Gestalt).

Körper sind z. B. alle Flüssigkeiten und Gase, die meisten Harze, das Glas, der Opal u. s. w. Dem Krystallisationszustand geht immer der amorphe voraus. Wir können keinen Körper zum Krystallisieren bringen, bevor er nicht amorph gemacht worden ist.

Amorphe Körper werden erzeugt: durch Schmelzung und Verglasung, besonders bei rascher Abkühlung, so daß die Kraft der Krystallisation nicht erwachen kann, ferners durch Auflösen und Verflüchtigen, besonders bei raschem Abdampfen und endlich durch Präcipitation. Die Hauptbedingungen der Krystallisation sind Zeit, Ruhe und Räumlichkeit; je mehr diese Bedingungen gegeben sind, desto größer und schöner werden die Krystalle, im entgegengesetzten Falle bilden sich amorphe oder höchstens krystallinische Massen. Diese Unterbrechung der Krystallisation wird in einzelnen Fällen absichtlich herbeigeführt, so z. B. wenn man eine concentrierte Auflösung des Salpeters, Salpeterlauge, sich selbst überläßt, d. h. ihr die 3 Bedingungen zur Krystallisation gibt so bilden sich große rhombische Krystalle, welche in ihrem Innern Höhlungen besitzen und in dieser Mutterlauge, d. i. die über den Salzkrystallen stehen bleibende Flüssigkeit — einschließen; in letzterer befinden sich jedoch unter Umständen Chlorcalcium, welches vermöge seiner hygroscopischen Eigenschaften den Salpeter feucht und ihn dadurch für die Schießpulverfabrikation unbrauchbar macht. Um diesem Uebelstande vorzubeugen, wird die Krystallisation durch wiederholte Bewegungen gestört und dadurch nur eine krystallinisch-körnige Masse, sogenannter granulierter Salpeter, erhalten. Aehnlich verfährt man bei der Gewinnung des Kochsalzes aus den Salzsohlen, sowie bei der des Alauns. — Von einem Salz, z. B. Kupfervitriol, Blutlaugensalz u. s. w. kann man schöne und deutliche Krystalle dadurch erhalten, daß man eine concentrierte Lösung dieses Salzes herstellt, und dann in dieselbe einen Krystall desselben Salzes hineinhängt, von welchem aus dann die Weiterbildung der Krystalle stattfindet.

Nichts befördert den Ansatz der Krystalle mehr, als wenn möglichst viele Berührungspunkte dargeboten werden, an welchen die ersten sich ausscheidenden kleinen Krystalle sich ansetzen können; aus diesem Grunde werden häufig durch die sogen. Wachsbottiche, d. s. die Gefäße, in welchen sich die gesättigte Mutterlauge befindet und aus welchen die Krystalle gleichsam herauswachsen sollen, feine Schnüren oder Fäden gezogen, wie solches beim Kandiszucker der Fall ist und häufig beobachtet werden kann. Von Metallen können wir Krystalle erhalten, wenn man die geschmolzene Masse z. B. Wismuth langsam sich abkühlen läßt, — durch die Berührung mit der Luft geschieht dieses auf der Oberfläche zuerst; während noch im Innern die Masse flüssig erscheint, bildet sich schon außen eine Kruste, diese wird dann nach einiger Zeit mit einem harten Körper durchstochen und der noch flüssige Inhalt ausgegossen, worauf sich dann nach und nach im Innern an den Wandungen und dem Boden des Gefäßes schöne Krystalle ansetzen.

Unter den Axen eines Krystalls verstehen wir jene gedachten Linien, welche durch den Mittelpunkt des Krystalls gehend, zwei

einander gegenüber liegende, gleichartige Begrenzungsteile mit einander verbinden (Flächen-, Kanten- und Ecken-Axen). Jene Axe, welche von den übrigen durch ungleiche Länge sich auszeichnet, heißt Haupt-Axe. Monaxien und Polyaxien. Trigonale, tetragonale, hexagonale oder oktogonale Axen. Gestalten, welche sich als die symetrischen Hälften anderer Gestalten zeigen, heißen hemiädrische, im Gegensätze zu den holoädrischen.

An jedem Krystall können wir drei Arten von Veränderungen vornehmen, nämlich eine Abstumpfung, eine Zuschärfung und eine Zuspitzung. Eine Abstumpfung haben wir, wenn an die Stelle der Ecken oder Kanten Flächen treten; treten an die Stelle der Ecken, Kanten oder Flächen 2 Flächen, welche sich über dem Mittelpunkte des Begrenzungsteiles in einer Kante vereinigen, so haben wir eine Zuschärfung und endlich eine Zuspitzung ergibt sich, wenn an die Stelle der Ecken oder Flächen drei oder mehrere Flächen treten, die sich in einer Spitze vereinigen.

Die wichtigsten Fundamentalgesetze der Krystallisation sind:

1) Das Gesetz des Flächenparallelismus: „Jede Flächenaxe eines Krystalls verbindet parallele, gleichartige Flächen"; pyramidale Gestalten sind deßhalb immer Doppelpyramiden. 2) Das Gesetz der Symetrie: „Erleidet ein Teil eines Krystalls eine Veränderung, so erfährt der gleichnamige aber entgegengesetzte dieselbe Veränderung. Es kann sonach aus einer polyaxen Gestalt, manche andere polyaxe, aber keine monaxe Form abgeleitet werden.

Unter einem Krystallsysteme versteht man den Inbegriff aller Formen, denen dieselben Axenverhältnisse zu Grunde liegen und welche nach dem Gesetze der Symetrie in einander übergehen können. Man kennt 6 Krystallsysteme, nämlich:

1) Das Tesseral- oder Würfelsystem mit 3 aufeinander senkrechten Axen, sämmtliche von gleicher Länge. Grundformen: Würfel, regelmäßiges Oktaëder, Rhombendodekaëder und Tetraëder.

2) Das quadratische oder Tetragonal-System, mit 3 aufeinander senkrechten Axen, von denen nur 2 gleiche Länge haben. Grundformen: Quadrat. Oktaëder und gerade quadratische Säule.

3) Das Hexagonal-System mit 4 Axen; von denen 3 in einer Ebene liegen und sich unter einem Winkel von 60° schneiden, die 4. aber auf jenen senkrecht steht. Hieher gehören das Bipyramidal-Dodekaëder oder die hexagonale Pyramide, die regelmäßige sechsseitige Säule und das Rhomboëder.

4) Das rhombische System, mit 3 aufeinander senkrechten Axen, von denen keine der andern gleich ist. Grundformen: Rhombisches Oktaëder, rektanguläres Oktaëder, rektanguläres Ditetraëder, gerade rhomb. Säule und gerade rektanguläre Säule.

5) Das klinorhombische oder monoklinische System, mit 3 ungleichen Axen, von denen zwei auf einander senkrecht stehen, die dritte senkrecht auf der einen aber schiefwinklig auf der andern steht. Es gehören hieher die schiefe rhombische Säule, die schiefe rektanguläre Säule und die gerade rhomboïde Säule.

6) Das klinorhomboidische oder triklinische System, mit drei Axen, von denen keine auf der andern senkrecht steht und sämtliche ungleiche Länge haben: Schiefe rhomboidische oder klinorhombische Säule.

Härte nennt man den Widerstand, welchen ein Körper leistet, wenn ein anderer scharfer oder spitziger in ihn einzudringen sucht. Um die Härte eines Minerals leichter bestimmen zu können, benützt man den Fingernagel, das Messer, die Feile, den Stahl, das Glas, sowie auch die sogenannte Härtescala, bestehend aus 10 Mineralien, von denen das nachfolgende immer härter ist, als das vorhergehende.

Diese Skala heißt:

1) Talkhärte = 1, oder sehr weich. Die hieher gehörigen Mineralien lassen sich von allen übrigen leicht ritzen und nehmen schon von dem Fingernagel starke Eindrücke an. 2) Gypshärte = 2, oder weich; die hieher gehörigen Mineralien ritzen die vorhergehenden, lassen sich aber nur wenig von dem Fingernagel ritzen, aber leicht mit dem Messer schaben. 3) Kalkspathhärte = 3, oder halbhart in geringem Grade; die hieher gehörigen Mineralien lassen sich noch leicht mit dem Messer schaben. 4) Flußspath-Härte = 4, oder halbhart in mittlerem Grade; die hieher gehörigen Mineralien lassen sich schwer mit dem Messer schaben, werden aber von der Feile stark angegriffen. 5) Apatithärte = 5, oder halbhart in hohem Grade; die hieher gehörigen Mineralien werden von der Feile stark angegriffen, ritzen nicht, oder nur sehr schwach das Glas. 6) Feldspathhärte = 6, oder hart im geringen Grade; die hieher gehörigen Mineralien werden noch ziemlich stark von der Feile angegriffen, ritzen ziemlich das Glas und geben am Stahle einzelne Funken. 7) Quarzhärte = 7, oder hart in mittlerem Grade; die hieher gehörigen Mineralien ritzen stark das Glas und geben am Stahle lebhafte Funken. 8) Topashärte = 8, oder hart in hohem Grade; die hieher gehörigen Mineralien ritzen nicht nur das Glas, sondern auch den Quarz. 9) Saphir-Härte = 9, oder sehr hart; die hieher gehörigen Mineralien ritzen alle anderen außer dem Diamant, von welchem sie noch angegriffen werden. 10) Diamanthärte = 10, oder außerordentlich hart, wird von keinem anderen Mineral mehr geritzt.

Weiters gehören zu den physischen Eigenschaften Farbe, Geruch, Geschmack, die Cohärenzverhältnisse, das Verhältnis der Körper zu Wärme, Licht und Elektricität, sowie das spezifische Gewicht.

Zu den chemischen Eigenschaften zählen wir: 1) die **Auflösbarkeit.** Darunter versteht man diejenige Eigenschaft vermöge welcher verschiedene feste Körper mit Hilfe von Flüssigkeiten selbst tropfbar flüssig gemacht werden können. Die Flüssigkeiten, die man hiezu verwendet, heißt

man **Auflösungsmittel**, z. B. Wasser für verschiedene Salze, Weingeist für die Harze, Aether für die Fette, Säuren für die Metalle. Wir unterscheiden eine **mechanische** und eine **chemische** Auflösung. Bei ersterer, z. B. Kochsalz in Wasser, ändert der Körper blos seinen Aggregatszustand, ohne Verlust seiner übrigen Eigenschaften, denn wenn man durch Abdampfen das Auflösungsmittel entzieht, so bleibt der Körper wieder in seinen früheren Eigenschaften zurück. — Bei einer **chemischen** Auflösung verliert der Körper nicht blos seine Gestalt, sondern auch seine übrigen Eigenschaften; er hört überhaupt auf, das zu sein, was er bisher war, er bildet einen neuen Körper mit neuen Eigenschaften; wenn wir z. B. Kupfer mit Salpetersäure in Berührung bringen, so wird allerdings eine klare Flüssigkeit erzielt, aso das Kupfer flüssig gemacht, allein wenn man langsam abdampft, so bleibt nicht Kupfer, sondern ein neuer Körper, nämlich salpetersaures Kupfer (Kupfernitrat) zurück.

Eine Auflösung heißt gesättigt, wenn die Flüssigkeit bei der gegebenen Temperatur nicht mehr aufzulösen im Stande ist. — Dabei gilt die Regel: Je höher die Temperatur des Auflösungsmittels ist, desto mehr und desto leichter löst sich ein Körper auf. Hievon machen einige Körper eine Ausnahme, z. B. gebrannter Kalk löst sich in 700 Teilen kalten, aber erst in 1200 Teilen warmen Wassers. — Ob sich ein fester Körper in der angewandten Flüssigkeit löst, erkennen wir: a) an den öllichten Streifen, welche von dem festen sich lösenden Körper ausgehen und in der Flüssigkeit sich verbreiten, b) an dem Geschmack und c) am sichersten an dem Rückstande, den man erhält, wenn man eine solche Auflösung abdampft. — Denjenigen Vorgang, wobei ein Körper, welcher in keiner Flüssigkeit für sich auflöslich ist, mit anderen Substanzen (starken Alkalien) einer heftigen Glühhitze ausgesetzt wird, wodurch er sich dann mit kräftigen Säuren behandeln läßt, nennt man Aufschließen.

2) **Präcipitierbarkeit.**[1]) Präcipitieren heißt einen in einer Auflösung befindlichen Körper mit Hilfe eines anderen (Präcipitationsmittel) ausscheiden, niederschlagen oder präcipitieren; z. B. Eisen präcipitiert Kupfer.

3) **Absorbierbarkeit**[2]), d. i. das Vermögen verschiedener flüssiger und fester Körper (z. B. Wasser, Weingeist, Kohle, Thon) verschiedene Gasarten (z. B. Kohlensäure, Sauer-

---

1) Von praecipitare, niederschlagen.
2) Von absorbere, ab- oder wegschlürfen.

stoff ꝛc.) in sich aufzunehmen; und zwar ist das Absorptionsvermögen eines Körpers um so größer, je größer der Druck ist, der auf dem zu absorbierenden Gase lastet, je niederer die Temperatur ist und je kleiner seine Poren sind.

4. Das **Zerfließen,** d. i. diejenige chemische Eigenschaft, vermöge welcher viele feste Körper unter dem Einflusse der Luft Feuchtigkeit aus derselben aufnehmen, an Gewicht zunehmen, selbst feucht werden, ja sogar zerfließen (Hygroskopische Körper).

5. **Verwittern,** d. i. diejenige chemische Eigenschaft vermöge welcher viele feste Körper unter dem Einfluße der Atmosphäre ihren Zusammenhang verlieren, mürbe, amorph werden und am Ende sogar zu Pulver zerfallen.

Diese Erscheinung kann in folgenden Ursachen ihren Grund finden: a) in dem Verluste des Krystallwassers, was besonders bei den Salzen der Fall ist; z. B. Soda, Glaubersalz, Alaun u. s. w.; b) in einer allmähligen Oxydation, d. i. einer Aufnahme eines Bestandteiles der Luft, nämlich des Sauerstoffes, dies kommt besonders bei den unedlen Metallen vor (Rosten); c) in Folge eines Stoffwechsels, einer Umbildung, z. B. Schwefeleisen verwandelt sich an der Luft unter Aufnahme von Wasser und Sauerstoff allmählig in schwefelsaures Eisen (Ferrosulfat), endlich d) kann diese Erscheinung in Folge eingetretener Frostkälte sich zeigen, wenn nämlich der Körper Wasser in sich schließt, welches dann gefriert, sich ausdehnt und den Körper zerklüftet (Sprengen von Felsen).

6. **Schmelzbarkeit;** darunter versteht man die Fähigkeit mancher Körper, unter Einwirkung der Wärme flüssig zu werden.

Körper, die im Feuer gänzlich unveränderlich sind, heißen feuerfest, solche, die in der Hitze wohl schmelzen, aber von ihrer Masse nichts verlieren, heißen feuerbeständig und solche, die sich in Dampf verwandeln, verflüchtbar.

7. **Sublimierbarkeit;**[1]) sublimieren heißt einen festen Körper in Dampf verwandeln und die Dämpfe durch Abkühlen wieder fest niederschlagen, sublimieren. Sublimierbar sind z. B. Schwefel, Selen, Salmiak u. s. w.

8. **Destillierbarkeit;**[2]) destillieren heißt eine Flüssigkeit in Dampf verwandeln und die entstandenen Dämpfe durch Abkühlung wieder flüssig machen; destillierbar sind z. B. Wasser, Weingeist, die ätherischen Oele u. s. w.

---

1) Von sublimare, in die Höhe treiben.
2) Von destillare, abtröpfeln und dieses von stilla, der Tropfen.

Man führt diese Operation häufig aus, um flüchtige Stoffe von nicht flüchtigen, oder flüchtigere von minder flüchtigeren zu trennen. Ein Destillations-Apparat besteht aus 3 Hauptteilen, nämlich aus dem Destillationsgefäße (Kolben oder Retorte), aus den Dampfleitungsröhren mit dem Kühlapparat und aus der Vorlage oder dem Recipienten. Hier kann auch der sog. Woulff'sche Apparat Erwähnung finden, welcher aus mehreren dreihalsigen Flaschen besteht und da zur Anwendung kommt, wo die durch Destillation entstandenen Dämpfe verschiedener Spannkraft sind. Der Rückstand einer Destillation heißt Residuum, sei er nun flüssig oder fest; ist er nur flüssig, heißt er Flegma. Eine wiederholte Destillation nennt man Rectification (cohobieren, cohobierte Wässer). Die Destillation zweier oder mehrerer Flüssigkeiten von verschiedenem Siedepunkte, also von verschiedener Spannkraft, heißt man eine fractionierende Destillation. Sie wird mittels einer Retorte ausgeführt, durch deren tubulus ein Thermometer reicht; indem man die Vorlage wechselt, wenn sich die Temperatur ändert, d. h. dem Siedepunkte einer andern Flüssigkeit sich nähert, kann man getrennte Destillations-Produkte bekommen. Die zu destillierende Flüssigkeit muß mit Vorsicht in das Destillations-Gefäß gegossen werden, zu welchem Zwecke man tubulierte Retorten und Welter'sche Sicherheitstrichter verwendet. Das Erhitzen geschieht auf offenem Feuer oder auch auf Drahtgeweben, in Wasser-, Sand- oder Oelbädern. Das Stoßen einer Flüssigkeit beim Kochen, z. B. bei der Rektification der Schwefelsäure durch das ausgeschiedene schwefelsaure Blei, sucht man dadurch zu verhindern, daß man Platindraht, Platinblech oder Quarzstücke in die Retorte bringt, von deren Oberfläche aus dann die Dampfbildung regelmäßig vor sich geht; auch soll man in solchen Fällen sorgen, daß die Wandungen stärker erhitzt werden, als der Boden. Hier kann auch der sogen. Evacuations- oder Luftverdünnungs-Pumpen Erwähnung geschehen, welche in Zucker- und andern Fabriken mit dem Apparate in Verbindung gebracht werden, in welchem sich die kochende Masse befindet; dadurch, daß mittels einer solchen Pumpe die gebildeten Dämpfe hinweggenommen werden und dadurch der Druck auf die Flüssigkeit vermindert wird, gelangt die Masse leichter zum Kochen, man erspart an Brennmaterial und hat das Anbrennen nicht so leicht zu befürchten.

9. **Verbrennbarkeit** und **Oxydierbarkeit**; erstere ist diejenige Eigenschaft der Körper, vermöge welcher sie bei einer best. Temperatur sich mit einem wesentlichen Bestandteil der Luft, d. i. mit dem Sauerstoffe verbinden können; der Eingang dieser Vereinigung verkündet sich meistens durch Feuererscheinung, d. i. durch Licht und Wärmeentwicklung. — Die Oxydierbarkeit ist eine Verbrennung im noch engeren Sinne; man bezeichnet damit die Fähigkeit der Metalle sich mit dem genannten Anteil der Luft, nämlich mit dem Sauerstoffe zu verbinden und damit neue Körper, genannt Oxyde, zu bilden; u.

10) **Reducierbarkeit,**[1]) d. i. die Wiederherstellung der Metalle aus ihren Oxyden.

Die Mittel, die man zum reducieren, d. i. zur Gewinnung der Metalle aus ihren Oxyden verwendet, heißen Reductionsmittel und sind besonders solche, die eine große Neigung haben, sich mit dem Sauerstoffe zu verbinden, z. B. Kohlenstoff, Wasserstoff, verschiedene Metalle, besonders Kalium und Natrium. Aus den oxydhaltigen Erzen der unedlen Metalle, z. B. Eisen, Kupfer ꝛc. werden letztere durch den Hüttenprozeß in den sogenannten Hochöfen gewonnen durch Reduktion. Die Oxyde der edlen Metalle werden durch bloßes Erhitzen reduciert. Sehr kräftig wirkt auch der galvanische Strom mittels dem man sogar Kalium und Natrium aus ihren Oxyden herstellen kann. Das Licht insbesonders der blaue Anteil desselben ist im Stande Gold und Silber aus ihren Oxyden auszuscheiden. Kohlenstoff und Wasserstoff verwendet man zum reducieren besonders deswegen, weil die dabei entstehenden Produkte: Kohlensäure, Kohlenoxydgas und Wasser luftförmig sind und daher leicht entweichen; schmilzt man z. B. Zinnoxyd mit Kohle zusammen, so bildet sich Kohlenoxyd, das entweicht, während metallisches Zinn zurückbleibt. Den teuren Wasserstoff verwendet man übrigens nur im kleinen und vorzüglich da, wo es sich darum handelt, sehr reine Produkte zu erhalten. — Die Kleesäure ist im Stande Gold aus seinen Verbindungen regulinisch auszuscheiden. Die Elektrolyse, d. i. die Zersetzung einer chemischen Verbindung mittels der Elektricität liefert neben einer kräftigen Oxydation eine fast eben so energische Reduktion; auch Gährungsvorgänge wirken reducierend.

Das Resultat der chemischen Vereinigung zweier oder mehrerer ungleichartiger Stoffe zu einem neuen gleichartigen Körper heißt man eine **chemische Verbindung**.

Eine solche ist wesentlich verschieden von einer chemischen Vereinigung und zwar können wir folgende charakteristische Unterscheidungsmerkmale angeben: 1) Eine chemische Verbindung findet nur nach bestimmten unabänderlichen Verhältnissen nach den sogen. Atomgewichten (s. diese) statt, eine mechanische Vereinigung nach jedem Verhältnisse.

2) Eine chemische Verbindung kann nicht auf mechanischem, sondern nur wieder auf chemischen Wege gehoben werden; nur in seltenen Fällen können chemische Verbindungen durch Reibung, Druck oder Stoß, also auf mechanischem Wege gehoben werden, wobei aber diese mechanischen Kräfte wahrscheinlich nicht als solche, sondern dadurch wirken, daß sie eine schwache Temperaturerhöhung oder Elektricitätsentwicklung hervorbringen. Die mechan. Vereinigungen lassen sich wieder auf mechanischem Wege trennen.

3) Bei chemischen Verbindungen kann man die verbundenen Bestandteile weder mit freiem noch mit bewaffnetem Auge wieder

---

1) Reducere, zurückführen.

erkennen, wohl aber ist dieses meistens bei mechanischen Vereinigungen der Fall, obwohl einige eine Ausnahme machen, so daß man sie auf den ersten Blick für chem. Verbindungen halten könnte. Diese Art mechanischer Vereinigungen, die man mit dem Namen Gemisch (zum Unterschiede von Gemenge) bezeichnet, stehen also der Grenze der chem. Verbindung schon sehr nahe, so daß gleichsam nur ein Punkt überschritten werden darf, um als chem. Verbindung auftreten zu können; ein Beispiel hiefür liefert uns das Schießpulver.

4) Besteht ein weiteres Kennzeichen der chem. Verbindung darin, daß dieselben immer von Wärmeentwicklung, ja sogar von Feuererscheinung begleitet sind, (z. B. Kalklöschen); bei mech. Vereinigungen erfolgt in der Regel eine Abnahme der Temperatur, so z. B. beschlägt sich das Glas beim Lösen des Zuckers in Wasser.

Bei fortgesetzter Zerlegung chemischer Verbindungen in ihre ungleichartigen Bestandteile kommt man endlich auf Stoffe, welche nach den bis jetzt bekannten Scheidungsmitteln und Scheidungsverfahren nicht mehr weiters in ungleichartige Bestandteile zerlegt werden können, und diese nennt man **Grundstoffe** oder **Elemente.**[1])

Wir behaupten deshalb noch nicht, daß diese Körper wirklich unzerlegbar seien, es kann sehr leicht geschehen, daß der künftige Fortschritt der Wissenschaft uns in den Stand setzen werde, Zersetzungen zu bewirken, wozu unsere jetzigen Hilfsmittel nicht ausreichen, und daß in diesem Falle eine gewisse Anzahl von Körpern, die wir jetzt als einfache betrachten, vielleicht alle diese Stoffe als zusammengesetzt erkannt werden.

Zur Erleichterung des Studiums kann man die Elemente in 2 Abteilungen bringen, nämlich in **Nichtmetalle** und in **Metalle.** Diejenige Gruppe von Elementen, die wir mit dem Namen Metalle[2]) bezeichnen, charakterisieren sich mehr oder weniger durch folgende Eigenschaften: Alle Metalle sind schmelzbar, sind gute Leiter für Wärme und Electricität, haben einen eigentümlichen Glanz, sind undurchsichtig; in Beziehung ihres Verhaltens zum Sauerstoffe der Luft und der Säuren unterscheidet man **edle** und **unedle** Metalle; in Beziehung ihres spez. Gewichtes, spezifisch leichte und schwere; erstere besitzen ein spez. Gewicht unter, letztere über 5.

1) Element von alimentum (Nahrungsmittel), weil sich die Alten vorstellten, daß die Elemente die Nahrungsmittel für alle Geschöpfe abgeben.

2) Von μετά unter und ἄλλος anderen, weil die Metalle selten einzeln vorkommen.

Edle Metalle nennen wir nicht etwa diejenigen, welche in der Natur selten vorkommen, eine große Anwendung haben und daher hoch im Preise stehen, sondern diejenigen, welche gegen den Sauerstoff der Luft und der Säuren eine große Widerstandsfähigkeit besitzen, schwer ihren Glanz und ihren übrigen metallischen Charakter verlieren, also nicht rosten. Bei weitem die wenigsten Metalle kommen in der Natur im gediegenen, d. h. für sich im freien Zustande vor, sondern die meisten finden sich vererzt*), d. h. in Verbindung mit anderen Körpern, wie Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Kohlensäure ꝛc. Die Vereinigungen der Metalle unter sich in bestimmten Verhältnissen im feuerflüssigen Zustande nennt man Legierungen**) und wenn sie mit Quecksilber gebildet wurden, Amalgama.***)

Die Nichtmetalle oder **Ametalle** besitzen keinen Metallglanz, kommen in allen 3 Aggregatszuständen vor, während dagegen von den Metallen keines bei gewöhnlicher Temperatur dem gasförmigen, und nur eines, nämlich das Quecksilber, dem tropfbar flüssigen Zustande angehört; ferner sind die Ametalle schlechte Leiter für Wärme und Elektricität; sie finden sich in der Natur teils im freien Zustande, teils in Verbindung mit anderen Substanzen, ihre Verbindung mit dem Sauerstoffe sind meistens Säuren.

Die folgende Tabelle enthält die Namen der Elemente alphabetisch geordnet, ihre chemischen Zeichen oder Simbole (erste Buchstaben des lat. Namens), mit welchen man sie gewöhnlich bezeichnet und ihre Atomgewichte (s. d.). Den chem. Zeichen sind die Valenzen (s. d.) beigefügt.

Ametalle.

Luftbilder.	Symbole	Atomgewichte
Sauerstoff (Oxygenium)	O″ . . .	16
Wasserstoff (Hydrogenium) . . .	H′ . . .	1
Stickstoff (Nitrogenium)	N^{v} . . .	14
Salzbilder.		
Chlor	Cl′ . . .	35,5
Jod	J′ . . .	127
Brom	Br′ . . .	80
Fluor . . , ...	Fl′ . . .	19

---

*) Erz, vererzt, vom arabischen erez (Erde), in der Erde vorkommend.

**) Ligare verbinden, verschiedene Metalle zusammenschmelzen.

***) Amalgama oder die Lösung eines Metalles in Quecksilber, ἅμα zu gleich, gleichmäßig mit γαμεῖν verbinden.

Erzbilder.	Symbole	Atomgewichte
Schwefel (Sulphur)	S''	32
Selen	Se''	79,4
Phosphor	P^{II}	31

Edelsteinbilder.

Bor	B'''	11
Kiesel (Silicium)	Si^{III}	28
Kohlenstoff (Carbonicum)	C^{IV}	12

Metalle.

a) Leichte Metalle.

(Spez. Gewicht unter 5,0.)

1. Metalle der Alkalien.

Kalium	K'	39
Natrium	Na'	23
Lithium	Li'	7

2. Metalle der alkalischen Erden.

Barium	Ba''	137
Strontium	Sr''	87,5
Calcium	Ca''	40
Magnesium	Mg''	24

3. Metalle der reinen Erden.

Aluminium	Al^{IV}	27,4
Beryllium	Be''	9,3
Erbium	Er''	112,6
Thorium	Th^{IV}	231
Yttrium	Y''	61,7
Zirconium	Zr^{IV}	89,6

b) Schwere oder Erzmetalle.

(Spez. Gewicht über 5,0.)

1. Unedle Metalle, welche vorzugsweise Basen bilden.

Cerium	Ce''	92
Didym	Di''	95
Lanthan	La''	92
Mangan	Mn^{IV}	55
Uran	U^{IV}	120
Zink	Zn''	65

Eisen (Ferrum)	Fe^{IV} . . .	56
Kobalt (Cobaltum) . . .	Co^{IV} . . .	58
Nickel	Ni^{IV} . . .	58,8
Cadmium	Cd'' . . .	112
Zinn (Stannum)	Sn^{IV} . . .	118
Blei (Plumbum)	Pl'' . . .	207
Wismuth (Bismuthum) . .	Bi''' . . .	208
Kupfer	Cu'' . . .	63 4

2. Edle Metalle.

Quecksilber (Hydrargyrum)	Hg'' . . .	200
Silber (Argentum) . . .	Ag'' . . .	108
Gold (Aurum)	Au''' . . .	197
Platin	Pt^{IV} . . .	197,4
Jridium	Jr^{IV} . . .	197,4
Palladium	Pal^{IV} . . .	106,6
Rhodium	Rh^{IV} . . .	104,4
Ruthenium	Ru^{IV} . . .	104,4

3. Unedle Metalle, welche vorzugsweise Säuren bilden.

Osmium	Os^{IV} . . .	199,4
Arsen	As^{IV} . . .	75
Antimon (Stibium) . . .	Sb^{V} . . .	112
Chrom	Cr^{IV} . . .	52
Molybdaen	Mo^{IV} . . .	96
Niobium	Nb^{V} . . .	94
Tantal	Ta^{V} . . .	182
Tellur	Te'' . . .	128
Titan	Ti^{IV} . . .	50
Vanadin	V^{s} . . .	51,3
Wolfram	W . . .	184

Diese einfachen Stoffe, diese Elemente können sich unter gewissen Verhältnissen wechselseitig durchdringen, und neue Erzeugnisse, neue Produkte liefern.

Die Bedingungen hiefür sind:

a) Die sich zu vereinigenden Stoffe müssen sich berühren, denn die Affinität wirkt nur auf unmeßbar kleine Entfernungen hin, d. h. bei unmittelbarer Berührung; b) müssen dieselben verschiedener Natur, häterogen[1]), sein und c) müssen die Cohärenzverhält-

---

1) Von ἕτερος, entgegengesetzt, und γεννάειν, erzeugen (homogen, ὁμογεννάειν).

nisse, welche der etwaigen Durchdringung im Wege stehen können, aufgehoben werden, sie müssen amorph sein; — corpora non agunt nisi fluida.

Die Lehre von den Gewichts- und Raumverhältnissen, nach welchen sich die Elemente chemisch mit einander verbinden, heißt **Stöchiometrie.**[1]) Die Erfahrung hat folgende stöchiometrische Gesetze kennen gelehrt:

1. Gesetz der Erhaltung der Quantität der Materie: das Gewicht einer chemischen Verbindung ist gleich der Summe der Gewichte der verbundenen Bestandteile.

2. Gesetz der bestimmten Verbindungsverhältnisse. Wenn sich 2 oder mehrere Elemente mit einander verbinden, so geschieht dies immer nach ganz bestimmten Gewichtsverhältnissen.

3. Gesetz der multiplen Verhältnisse: Verbindet sich ein Element in mehreren Verhältnissen mit einem anderen, so stehen die Gewichtsmengen des einen Elementes in einem einfachen Verhältnisse zu einander. Es verbinden sich z. B.

200 Tl. Hg mit 35,5 Tl. Cl zu Quecksilberchlorür der Mercurochlorid u.
200 „ „ „ 71 „ „ „ „ chlorid oder Mercurichlorid

oder es verbinden sich

28 Tl. N mit 16 Tl. O zu Stickstoffoxydul,
28 „ „ „ 32 „ „ „ Stickstoffoxyd,
28 „ „ „ 48 „ „ „ Salpetrigsäureanhydrid
28 „ „ „ 64 „ „ „ Stickstoffperoxyd und
28 „ „ „ 80 „ „ „ Salpetersäureanhydrid;

im ersteren Fall stehen die Chlormengen in dem Verhältnis von 1 : 2, in dem letzteren die O-mengen in dem Verhältsnis von 1 : 2 : 3 : 4 : 5.

4. Gesetz der best. Volumverhältnisse: Verb. sich 2 oder mehrere gasförmige Körper miteinander, so geschieht dies nicht nur nach bestimmten Gewichts-, sondern auch nach best. Raumverhältnissen, und wenn die entstandene Verbindung gasförmig ist, ist ihr Volumen doppelt so groß als dasjenige welches 1 Volumen H entspricht.

z. B. 1 Vol. H + 1 Vol. Cl geben 2 Vol. Chlorwasserstoff,
1 „ O + 2 „ H „ 2 „ Wasser,
1 „ N + 3 „ H „ 2 „ Ammoniak.

---

1) Von στοιχεῖον, der Grundstoff und μετρία, Meßkunst (μετρέω messen.)

Atomtheorie. Man nimmt an, daß die Elemente aus kleinsten nicht mehr weiters teilbaren Teilchen bestehen, welche eine bestimmte Größe und ein best. Gewicht besitzen und die man **Atome**[1]) nennt. Die kleinste Menge einer chem. Verb., welche zwar im physikalischen nicht aber im chemischen Sinne unteilbar ist, heißt ein Molekül.[2])

Die Moleküle (Mol.) existieren frei, die Atome (At.) dagegen nicht. — Wenn At. aus Verb. ausgeschieden werden und sie finden ungleichartige At. vorhanden, mit denen sie sich verbinden können, so vereinigen sie sich mit denselben zu Mol. von Verb. Sind keine ungleichartigen At. vorhanden, mit denen sie sich verbinden können, so treten sie mit gleichartigen At. zu Mol. von Elementen zusammen. Deßhalb vereinigen sich auch die Körper in status nascendi am leichtesten mit einander, weil im entgegengesetzten Falle die Kraft erst überwunden werden muß, mit welcher die At. zu einem Mol. zusammengehalten werden, ehe mit dem At. eines anderen Elementes eine neue Verbindung eingegangen werden kann. Affinität ist sonach diejenige Kraft, welche bewirkt, daß 2 gleichartige At. sich zu 1 Mol. desselben Elementes oder 2 ungleichartige At. sich zu 1 Mol. eines neuen Körpers verbinden.

Daher können wir sagen: Ein Atom ist die kleinste Menge eines Elementes, welche im freien Zustande nicht bestehen, wohl aber in chem. Verb. eintreten kann. Ein Molekül dagegen ist die kleinste Menge eines Körpers (Element od. Verb.) welche im freien Zustande auftritt und an chem. Vorgängen Teil nimmt.

Atomgewichte (A. G.) sind diejenigen Zahlen, welche angeben, wie vielmal schwerer ein Atom eines Elementes ist, als 1 At H; Molekülargewicht (M. G.) dagegen ist diejenige Zahl, welche angibt, wie vielmal schwerer 1 Mol. eines Elementes oder einer Verb. ist, als 1 Mol. H

Um die A. G. für die verschiedenen Elemente bestimmen zu können, mußte man ein Element als Einheit aufstellen und die übrigen darnach berechnen, welches Element man hiebei wählt, und welche Zahlen man ihm gibt, ist ganz gleich, die relat. Verhältnisse, welche sich ergeben, müssen immer dieselben bleiben, wenn auch die Zahlen andere sind. Früher hat man allgemein den O als Einheit angenommen und ihm die Zahl 100 gegeben, jetzt

---

1) ἀτόμος, unzerteilbar.

2) Massenteilchen, von molecula, diminutiv von moles, die Masse.

nimmt man dagegen den H als Einheit an und gibt ihm die Zahl 1. Letztere Annahme hat den Vorzug, daß man dadurch viel kleinere Zahlen erhält, welche leichter dem Gedächtnisse eingeprägt werden können.

Um das A. G. eines Elementes zu bestimmen, braucht man sein M.-G. und dieses erhält man, wenn man sein Gas-Volumgewicht (G. V. G.) mit 2 multiplicirt; außerdem braucht man die Kenntnis der prozentischen Zusammensetzung einer Reihe chem. Verb. von diesem Elemente. Man nimmt dann als A. G. dieses Elementes diejenige Zahl an, welche sich als größter gemeinschaftlicher Divisor der erhaltenen Gewichtsmengen von diesem Elemente ergibt. Es soll z. B. das A. G. des N bestimmt werden. Zahlreiche Versuche haben zu folgenden Ergebnissen geführt:

1 Mol.	= 28 Stickstoff	enthalten . .	28 Stickstoff		
1 „	= 17 Ammoniak	„	14 „	u.	3 Wasserstoff
1 „	= 44 Stickoxydul	„	28 „	„	16 Sauerstoff
1 „	= 30 Stickoxyd	„	14 „	„	16 „
1 „	= 46 Stickstoffperoxyd	enthalten	14 „	„	32 „
1 „	= 108 Salpetersäureanhydrid	„	28 „	„	80 „

In diesen Verb. tritt der Stickstoff bald mit 14, bald mit 28 Gewichtsteilen auf; für diese Gewichtsmengen ist also 14 der größte gemeinschaftliche Divisor und daher auch das A. G. des N.

Bei solchen Elementen, welche keine oder nur wenige flüchtige Verb. bilden, ermittelt man die A. G. und M. G. mit Hilfe anderer sogenannter indirekter Methoden; so benützt man hiezu z. B. die spezifische Wärme.

Unter spez. W. verstehen wir diejenige Menge Wärme, die ein Kilogramm eines Körper braucht, um seine Temperatur um einen Grad zu erhöhen. Die Versuche von Dulong und Petit haben gezeigt, daß bei den meisten Elementen ihre spez. W. und ihre A. G. in naher Beziehung zu einander stehen und zwar umgekehrt proportional. Das Produkt beider gibt in der Regel eine ganz constante Zahl (6,38) genannt Atomwärme (A. W.)

$$\text{Spez. W.} \times \text{A. G.} = \text{A. W.}$$

$$\text{Spez. W.} = \frac{\text{A. W., d. i. } 6{,}38}{\text{A. G.}}, \text{ oder A. G.} = \frac{\text{A. W.}}{\text{Spez. W}}$$

Es soll z. B. unter Benützung der spez. W. das A. G. des Fe bestimmt werden; seine spez. W. = 0,1134.

$$\text{A. G.} = \frac{\text{A. W.}}{\text{Spez. W.}}$$

$$\text{A. G.} = \frac{6{,}38}{0{,}1134} = 57.$$

Die Zusammensetzung chem. Verbindungen darzustellen oder zu veranschaulichen, geschieht durch chem. Formeln mit Hilfe der Atomzeichen; dabei unterscheidet man **atomistische**, oder **empirische** und **rationelle** Formeln.

Drückt man z. B. die Zusammensetzung der Salpetersäure durch HNO_3 aus, so ist dies eine empirische Formel, weil sie lediglich angiebt, welche Elemente und in welcher Atomzahl sie in einem Mol. dieses Körpers vorhanden sind; drückt man dagegen die Zusammensetzung der Salpetersäure durch $\left.\begin{matrix}H\\NO_2\end{matrix}\right\}O$ aus, so hat man eine rationelle Formel, weil sie angiebt, wie man sich die At. zu einander gruppiert oder gelagert denkt.

Um die chem. Formel für einen zusammengesetzten Körper zu finden, braucht man dessen prozentische Zusammensetzung, bestimmt sein M.-G. und berechnet dann durch Proportion die einzelnen Gewichtsmengen der Körper. Es sei z. B. die Formel der Salpetersäure aufzustellen; die Analyse sagt aus, daß dieselbe aus 22,2 % N, 1,6 % H und 76,2 % O besteht. Ihr M.-G. ergiebt sich zu 63. Daraufhin ergeben sich folgende Proportionen:

$$1)\ 100 : 22{,}2 = 63 : x;\quad x = 14\,N$$
$$2)\ 100 : 1{,}8 = 63 : x;\quad x = 1\,H$$
$$3)\ 100 : 76{,}2 = 63 : x;\quad x = 48\,O;$$

Die so erhaltenen Mengen dividirt durch die entsprechenden A.-G., geben die erhaltenen Quotienten die atomistische Formel des fraglichen Körpers, also:

$$\frac{14}{14} = 1\,(N);\quad \frac{1}{1} = 1\,(H) \text{ und } \frac{48}{16} = 3\,(O),$$

Folglich besteht die Salpetersäure aus 1 At. H, 1 At. N und 3 At. O und ihre Formel ist HNO_3.

Der hauptsächlichste Nutzen, welchen die chem. Formeln gewähren, ist folgender:

a) sie stellen die Verbindung kurz und leicht übersichtlich dar;
b) machen sie die chem. Prozesse anschaulich und leicht verständlich und
c) sind sie für den chem. Techniker von großer Wichtigkeit, was bei einzelnen Elementen durch mehrere Beispiele gezeigt werden soll.

Versuche haben gezeigt, daß die Gas-Volumgewichte (G. V. G.) der Elemente mit dem A. G. in der Regel zusammenfallen. Auf dieselbe Einheit, nämlich H bezogen, sind die G. V. G. bei der Mehrzahl der im gasförmigen Zustande untersuchten Elemente zugleich die A. G.

Die Symbole H, O, N u. s. w. repräsentiren mithin 1 At. oder 1 Vol. der betreffenden Elemente. Bei P und As ist das G. V. G. zweimal so groß, bei Hg und Cd halb so groß wie das A. G.

Unter **Wertigkeit**, **Valenz** oder **Affinivalenz** der Elemente versteht man die Fähigkeit, ein oder mehrere andere At. zu binden oder festzuhalten. In dieser Beziehung

kann man die Elemente einteilen in **einwertige** oder **monovalente, monogene, uniaffine** und in **mehrwertige** oder **polyvalente, polygene, polyaffine.** — Wie der H als Einheit bei Bestimmung des A. G., des M. G. und des G. V. G. der Elemente diente, so ist er auch bei der Feststellung der Valenz als Einheit gewählt worden.

Unter einwertigen oder monovalenten Elementen verstehen wir diejenigen, welche nur eine atombindende Kraft, Affinitäts- oder Verwandtschaftseinheit (V. E.) besitzen, dahin gehören: H, Cl, J, Br, Fl, K, Na, Li und Ag.

Zweiwertige oder bivalente Elemente sind diejenigen, welche 2 Affinitäts- oder V. E. besitzen: O, S, Se, Te, Ca, Ba, Sr, Mg, Zn, Cd, Bb, Hg und Cu.

Dreiwertige oder trivalente Elemente heißen diejenigen, welche 3 Affinitäts- oder V. E. besitzen: B, Au und Bi.

Vierwertige oder quadrivalente Elemente heißen diejenigen, welche 4 Affinitäts- oder V. E. besitzen: C, Si, Al, Mn, Fe, Co, Ni, Cr, U, Sn und Pt.

Fünfwertige Elemente sind diejenigen, welche 5 Affinitäts- oder V. E. besitzen: N, P, As, Sb.

Sechswertige Elemente heißen diejenigen, welche 6 Affinitäts- oder V. E. besitzen: Mo und W.

Die Valenz des At. eines Elementes giebt man durch Striche oder römische Zahlen an, z. B. O'', Ag', Bi''', C^{IV}, N^{V}; es sind hier nur die wichtigeren Elemente ihrer Valenz nach aufgeführt.

Um die Valenz eines Elementes zu bestimmen, braucht man die Kenntnis seines A. G. und derjenigen Verb., in welcher die größte Menge H (oder irgend eines anderen monovalenten Elementes) mit dem fraglichen Elemente in Verbindung steht. Es soll z. B. die Valenz des C festgestellt werden. Aus den Untersuchungen des C mit dem H ergiebt sich, daß diejenige, in welcher die größte Menge H vorhanden ist, durch die Formel CH_4 ausgedrückt ist; daraus schließt man, daß das C quadrivalent ist.

Bei chem. Verb. und Zersetzungen ersetzen sich die Elemente gleicher Valenz gegenseitig, die Elemente verschiedener Valenz je nach der Größe ihrer Valenz. — Elemente gleicher Valenz oder gleicher V. E. heißen gleichwertig oder **aequivalent.**[1]) **Aequivalent-Gewichte** (Aeq. G.) sind diejenigen Zahlen, welche die Verhältnisse angeben, in welchen die Elemente denselben chem. Wert haben. Bei den monovalenten Elementen, welche sämmtliche einwertig oder aequivalent sind, — sind die A. G., auch zugleich die Aeq. G.

---

1) Aequi-valio, gleichhalten; Aequivalent, eine Sache von gleicher Geltung.

Unter dem Aequivalente eines Elementes versteht man diejenige Menge desselben, welche denselben chem. Wert hat, wie 35,5 Gewichtsteile Cl oder wie ein Gewichtsteil H.

Der wesentliche Unterschied zwischen den monogenen und polygenen Elementen besteht darin, daß die monogenen Elemente in chem. Verb. sich immer in einzelnen Aequivalenten finden, wogegen die polygenen oder polyvalenten Elemente immer in Aequivalenten-Gruppen oder Aequivalenten-Complexen auftreten.

Man weiß z. B., daß 3 Gewichtsteile C denselben chem. Wert besitzen als 35,5 Cl oder 1 H, folglich sind 3 C äequivalent 35,5 Cl oder 1 H, allein in keiner einzigen Verbindung des C findet man 3 Gewichtsteile, sondern immer wenigstens 12; folglich sagen wir, der C tritt in keiner Verb. in einem Aequivalent auf, sondern immer in einem Complex von mindestens 4 Aequivalenten und es ist daher wohl sein Aeq. G. = 3, sein A. G. dagegen 4 . 3 = 12.

Ein anderes Beispiel liefert uns das O. Man weiß, daß 8 Gewichtsteile O denselben chem. Wert haben wie 35,5 Cl oder wie 1 H, — sie sind also einander aequivalent, folglich sagen wir, das Aequivalent-Gewicht des O ist 8, allein in keiner einzigen Verb. des O findet man 8 Gewichtst., sondern immer wenigstens 16; folglich sagen wir, das Aeq. G. des O ist wohl 8, sein A. G. oder Vb. G. ist gleich 16.

Bestimmung des Aeq. G. eines polygenen Elementes:

Man untersucht diejenige Verb. des fraglichen Elementes, in welcher auf die kleinste Menge eines monogenen Elementes auch die kleinste Menge des fraglichen polygenen Elementes enthalten ist. Es soll z. B. das Aeq. G. des O bestimmt werden. Man wählt also irgend eine Verb. des O mit einem monogenen Elemente z. B. Cl, und zwar diejenige, in welcher die kleinste Menge O und die kleinste Menge Cl enthalten ist, das ist Unterchlorigsäureanhydrid, in ihm finden wir auf 71 Gewichtsteile Cl 16 Gewichtsteile O; 71 Cl sind aber gleich 2 Aequivalenten, also entsprechen 16 O ebenfalls 2 Aequivalenten, daher ist das Aeq. G. des O gleich 8.

Gesättigte und ungesättigte Verbindungen. Eine **gesättigte** Verb. oder ein **geschlossenes Mol.** entsteht, wenn sich Elemente von gleicher Valenz mit einander verbinden, oder wenn alle V. E. gegenseitig gebunden, also überhaupt keine Valenz mehr offen ist.

z. B. $\begin{matrix} H- \\ H- \end{matrix}\!\!:\!> O = H'_2\, O''$ $C\begin{matrix} =:=O \\ =:=O \end{matrix} = C^{IV}\, O_2''$

Wasser. Kohlensäureanhydrid.

$$Sn\begin{matrix} =:=O \\ =:=O \end{matrix} = Sn^{VI}\, O_2''$$

Zinnoxyd.

Eine **ungesättigte** Verb. oder ein **offenes** Mol. haben wir, wenn eine oder mehrere Valenzen oder V. E. frei sind.

z. B. $Sn\genfrac{}{}{0pt}{}{//}{=O} = Sn^{IV}\,O''$ $\qquad$ $C\genfrac{}{}{0pt}{}{//}{=O} = C^{IV}\,O''$

Zinnoxydul. $\qquad$ Kohlenoxyd.

Die Valenz der Elemente kann wechseln, aber ein geradwertiges Element kann nie ungeradwertig auftreten, und umgekehrt.

Radikale [1]) nennt man Elemente oder Elementengruppen, welche man in einer chemischen Verb. als die Grundlage oder das Radikal der übrigen betrachtet. Man unterscheidet demnach einfache und zusammengesetzte Radikale; z. B. im Chlormethyl haben wir als Radikal das aus 1 C und 3 H bestehende Methyl, — daher seine Formel $(CH_3)'\,Cl$, im — Quecksilberchlorid $Hg\,Cl_2$ oder $Hg\genfrac{}{}{0pt}{}{-Cl}{-Cl}$ haben wir das Hg als einfaches Radikal.

Ein **Elementenradikal** entsteht, wenn 2 oder mehre At. desselben Elementes zusammentreten und eine Elementengruppe bilden, die sich ihrem chem. Charakter nach verhält wie ein Element.

Solche Elementenradikale, die durch die Vereinigung zweier At. eines Elementes in der Weise entstanden sind, daß V. E. sich ausgeglichen haben und sogenannte Doppelatome entstanden sind, bezeichnet man dadurch, daß man das Symbol des betreffenden Elementes durchstreicht; z. B. Eisenoxyd $= \not{Fe}^{VI}\,O_3$, anstatt wie früher $Fe_2\,O_3$.

Je nach seinem chem. Charakter ist ein Körper entweder eine Säure, oder er ist entgegengesetzter Natur, d. h. eine Basis, oder er ist die Verb. beider, d. i. ein Salz.

Der allgemeine Charakter der Säuren ist ihr elektronegatives Verhalten; ferner bilden sie mit den Basen Salze und wenn sie im Wasser löslich sind, schmecken und reagiren sie sauer, d. h. sie färben blaue Pflanzenfarben z. B. Lackmus [2]) blau — rot.

In wissenschaftlicher Beziehung können wir sagen: Die

---

1) Radix Wurzel, radicalis zur Wurzel gehörig, daher in der Chemie Radical die Grundlage.

2) Aus lacca Lack und muscus Moos; also Moos- oder Flechtenlack, weil er aus einer Flechte gewonnen wird.

Säuren sind wasserstoffhaltige Verbindungen, deren H, bei der Berührung mit einem Metall, einem Metalloxyd[1]) oder einem Hydroxyd[2]) ersetzt wird durch eine aequiv. Menge Metall;

z. B. $2\,HCl + Zn = ZnCl_2 + 2\,H$;
(Salzsäure) (Zinkchlorid)

$H_2SO_4 + ZnO = ZnSO_4 + H_2O$;
(Schwefelsäure) (Zn-oxyd) (Zn-sulfat)

$HNO_3 + KHO = KNO_3 + H_2O$
(Salpetersäure) (K-hydroxyd) (K-nitrat)

Der Zusammmensetzung nach kann man die Säuren einteilen in Haloidsäuren, das sind Verb. der Halogene Cl, J, Br und Fl mit H, ferner in Oxysäuren, das sind die Verb. eines elektonegativen O-haltigen Radikals mit einer äquivalenten Menge (HO)';

z. B. $H_2SO_4 = (SO_2)'' + (HO)_2'$
(Radikal)

$H_3PO_4 = (PO)''' + (HO)_3'$
(Phosphorsäure) (Radikal)

und endlich in Sulphosäuren, das sind Verb. eines S-haltigen Radikals mit einer äquivalenten Menge (HS)';[3])

z. B. $(CS)'' + (HS)_2 = H_2CS_3$
(Radikal) (Sulfocarbonsäure)

$(AsS)''' + (HS)_3 = H_3AsS_4$
(Radikal) (Sulfoarsensäure);

Je nachdem die Säuren ein oder mehrere At. H enthalten, welche durch eine äquivalente Menge Metall ersetzbar sind, unterscheidet man **monohydrische** und **polyhydrische** Säuren; z. B.

Chromwasserstoffsäure	$= HCl$	monohydrisch,	
Salpetersäure	$= HNO_3$	monohydrisch,	
Schwefelsäure	$= H_2SO_4$	dihydrisch,	polyhydrisch.
Phosphorsäure	$= H_3PO_4$	trihydrisch,	polyhydrisch.
Kieselsäure	$= H_4SiO_4$	tetrahydrisch	polyhydrisch.

Wenn aus einem Mol. Säure aller H austritt, so entsteht der **Säurerest**; z. B.

1) D. i. die Verbindung eines Metalls mit O.

2) Die einwertige Atomgruppe (HO) heißt Hydroxyl und die Verbindungen der Metalle mit einer äquivalenten Menge Hydroxyl nennt man allgemein Hydroxyde.

3) Die einwertige Atomgruppe (HS)' heißt Hydrosulfyl und die Verb. der Metalle mit diesem nennt man allgemein Hydrosulfide.

Oxysäuren.	$HNO_3 - H = (NO_3)'$	(Oxynitril),	Säurerest.
	$H_2SO_4 - 2H = (SO_4)''$	(Oxysulfuril),	
	$H_3PO_4 - 3H = (PO_4)'''$	(Oxyphosphoril),	
Sulfo-säuren.	$H_2CS_3 - 2H = (CS_3)''$		
	$H_3AsS_4 - 3H = (AsS_4)'''$		

Wenn aus einem Mol. Säure aller H mit der zur Hydroxyl (HO) — Bildung nötigen Menge O austritt, so entsteht das **Säureradikal**; z. B.

Oxysäuren	$HNO_3 - HO = NO_2$	(Nitril),	Radicale
	$H_2SO_4 - 2HO = SO_2$	(Sulfuril),	
	$H_3PO_4 - 3HO = PO$	(Phosphoril),	
	$H_4SiO_4 - 4HO = Si$	(Silicium), also ein einfaches Säureradikal;	
Sulfo-säuren.	$H_2CS_3 - 2HS = CS$		
	$H_3AsS_4 - 3HS = AsS$		

Wir können sonach obiger Definition: Oxysäuren oder Sulfosäuren sind Verb. eines elektronegativen O- oder S-haltigen Radikales mit einer äquivalenten Menge HO, nach Vorhergegangenem noch hinzufügen: — oder sie sind Verb. der Säurereste mit einer äquivalenten Menge H.

Wenn aus einem oder mehreren Mol. einer Oxysäure der H ganz oder teilweise mit der zur Hydroxyd (H_2O Wasser)-Bildung nötigen Menge O austritt, so entstehen im ersteren Falle **Säurenanhydride** oder wasserfreie Säuren, im letzteren dagegen **Anhydrosäuren** z. B.

$2HNO_3 - H_2O = N_2O_5$	(Salpetersäureanhydrid),	Anhydride
$H_2SO_4 - H_2O = SO_3$	(Schwefelsäureanhydrid),	
$2H_3PO_4 - 3H_2O = P_2O_5$	(Phosphorsäureanhydrid),	
$H_4SiO_4 - 2H_2O = SiO_2$	(Kieselsäureanhydrid),	
$H_3PO_4 - H_2O = HPO_3$	(monohydr. oder Metaphosphors.),	Anhydrosäuren.
$2H_3PO_4 - H_2O = H_4P_2O_7$	(tetrahydr. od. Pyrophosphorsäure),	
$H_4SiO_4 - H_2O = H_2SiO_3$	(trihydr. Kieselsäure),	

Die Säurenanhydride rangieren nicht sauer. Die schwächsten Säuren, wie Kohlensäure und Borsäure, zeigen nur in ihren starken Lösungen eine saure Reaktion. In der Hitze sind diejenigen Säuren die stärksten, welche am feuerbeständigsten sind, d. h., welche sich durch die Hitze am schwersten von den Salzbasen trennen — Die Kohlensäure ist z. B. bei gewöhnlicher Temperatur stärker als die Kieselsäure, denn erstere ist im Stande, letztere aus ihren Verb. zu verdrän-

gen; dagegen in der Hitze ist die Kohlensäure stärker, denn die Kohlensäure wird schon bei wenig erhöhter Temperatur aus ihren Verbindungen ausgetrieben.

Basen[1]) oder **Salzbasen** sind chem. Verb., welche das Vermögen haben, sich mit den Körpern der entgegengesetzten Natur, nämlich mit den Säuren zu verbinden und damit Salze zu bilden; wenn sie im H_2O löslich sind, haben sie einen brennend scharfen Geschmack, färben gelbe Pflanzenfarben, z. B. Curcumagelb, braun und stellen das durch Säuren gerötete Lackmuspapier wieder blau her.

Ihrer Zusammensetzung nach sind die Basen Verb. elektroposetiver Radikale (Metalle) mit einer äquivalenten Menge (HO)' oder (HS)'. — Sie zerfallen demnach in **Hydroxyde** oder **Oxybasen** und in **Hydrosulfide** oder **Sulfobasen**.

Je nachdem ein oder mehrere At. H vertreten sind durch eine äquivalente Menge Säureradikal, unterscheidet man mono- und polyhydrische Salzbasen; z. B.

Natriumhydroxyd $= Na'(HO)'$ monohydrisch,

$$\left.\begin{array}{lll} \text{Bariumhydroxyd} & = Ba''(HO)'_2 & \text{dihydrisch,} \\ \text{Wismuthydroxyd} & = Bi'''(HO)'_3 & \text{trihydrisch,} \\ \text{Eisenhydroxyd} & = Fe^{VI}(HO)'_6 & \text{hexahydrisch} \end{array}\right\} \text{polyhydrisch.}$$

Wenn aus einem oder mehreren Mol. einer Basis aller H mit der zur Hydroxyd (H_2O) oder zur Hydrosulfid (H_2S)-Bildung nötigen Menge O oder S austritt, so entstehen die **Anhydride** der Oxybasen (Oxyde) oder Sulfobasen (Sulfide); z. B.

$2\,Na'(HO)' - H_2O = Na_2O$ (Natriumoxyd, Natron),
$Ba''(HO)'_2 - H_2O = BaO$ (Bariumoxyd, Barit),
$2\,Bi'''(HO)_3 - 3\,H_2O = Bi_2O_3$ (Wismuthoxyd),
$Fe^{VI}(HO)'_6 - 3\,H_2O = Fe^{VI}O_3$ (Eisenoxyd),

oder

$2\,Na'(HS)'$ Natriumhydrosulfid $- H_2S = Na_2S$ (Natriumsulfid),
$Ba'(HS)'_2$ Bariumhydrosulfid $- H_2S = BaS$ (Bariumsulfid),
$2\,Bi'''(HS)'_3$ Wismuthhydrosulfid $- 3\,H_2S = Bi_2S_3$ (Wismuthsulfid),
$Fe^{VI}(HS)'_6$ Eisenhydrosulfid $- 3\,H_2S = Fe^{VI}S_3$ (Eisensulfid),

Tritt dagegen aus einem oder mehreren Mol. einer Basis nicht aller H mit der zur H_2O-Bildung nötigen Menge O aus, so entsteht eine **Anhydrobasis**, z. B.

---

1) Basis = Grundlage.

$Bi'''(HO)'_3 - H_2O = Bi \begin{cases} (HO) \\ O \end{cases}$ Wismuthanhydroxyd } Anhydrobasen.

$Fe^{VI}(HO)'_6 - H_2O = Fe^{VI} \begin{cases} O \\ (HO)'_4 \end{cases}$ tetrahydrisches Anhydroxyd des Fe

Bildet ein Metall 2 Salzbasen, so nennt man diejenige, welche weniger (HO)' besitzt, in welchem also das Radikal mit einer geringeren Valenz auftritt, **Hydroxydul**, die andere dagegen **Hydroxyd**;

z. B. $Fe''(HO)_2' =$ Eisenhydroxydul,
$Fe^{VI}(HO)_6' =$ Eisenhydroxyd.

Die Anhydride der Hydroxydule heißen **Oxydule**, die der Hydroxyde dagegen **Oxyde**; z. B.

z. B. $Fe''(HO)_2' - H_2O = FeO$, Eisenoxydul,
$Fe^{VI}(HO)_6' - 3H_2O = Fe^{VI}O_3$, Eisenoxyd.

In Beziehung ihrer Löslichkeit können wir die Salzbasen einteilen in lösliche und unlösliche; von den löslichen unterscheiden wir leicht und schwer lösliche Salzbasen. Zu den ersteren gehören:

die Alkalien[1]), nämlich KHO, NaHO und LiHO und Ammonium-Hydroxyd $(H_4N)HO$; zu den letzteren rechnet man:

die alkalischen Erden: $Ca(HO)_2$, $Ba(HO)_2$, $Sr(HO)_2$ und $Mg(HO)_2$.

Die unlöslichen Salzbasen teilen wir ein in farblose, d. s.

die reinen Erden, darunter ist die wichtigste, das Alumniumhydroxyd $= Al^{VI}(HO)_6'$; — und in verschieden gefärbte, d. s.

die Hydroxyde der schweren Metalle; z. B. $Cu(HO)_2$ $Fe^{VI}(HO)_6$ $Pb(HO)_2$, $Bi(HO)_3'$.

Salze[2]) entstehen durch die chem. Verb. der Säuren mit den Basen. Durch Einwirkung einer **Haloid-** oder Wasserstoffsäure auf eine Basis entsteht ein **Haloidsalz**[3]); z. B.

HCl Chlorwasserstoffsäure	$+ Na(HO)'$	$=$ NaCl Na-chlorid	Haloidsalze	$+ H_2O$
2HCl	$+ Cu''(HO)'_2$	$= Cu''Cl_2'$ Cu-chlorid		$+ 2H_2O$
2HJ Jodwasserstoff	$+ Bb''(HO)'_2$	$= Pb''J'_2$ Pb-jodid		$+ 2H_2O$
HCl	$+ Na(HS)'$ Na-Hydrosulfid	$=$ NaCl Na-chlorid		$+ H_2S$

Die Haloidsalze sind also Verb. der Metalle mit einer äquiv. Menge eines halogenen Elementes. **Oxysalze** und **Sulfo-**

1) Alkali vom arabischen al und Kalaja oder Kaljum, im Arabischen gewisse Pflanzen, aus deren Asche Potasche bereitet werden kann.
2) Salz, ἅλς.
3) Von ἅλς, Salz, und εἶδος, ähnlich sein.

salze entstehen durch die Einwirkung einer Oxysäure oder Sulfosäure auf eine Basis; z. B.

$$H(NO_3) + Na(HO) = Na(NO_3) + H_2O$$
Na-nitrat · Hydroxyd oder Wasser.

$$H_2(CS_3)'' + 2Na(HS) = Na_2(CS_3)'' + H_2S$$
Sulfocarbonsäure, Na-Hydrosulfid, Na-sulfocarbonat, Hydrosulfid oder Schwefelwasserstoff.

Die Oxy- und Sulfosalze sind daher Verb. der Metalle mit einer äquiv. Menge Säurerest. Die Entstehung eines Salzes kann man sich auf dreifache Weise veranschaulichen, nämlich:

1. dadurch, daß der H der Säure ersetzt wird durch eine äequiv. Menge **Metall der Basis**; z. B.

$$H_2SO_4 + 2KHO = K_2SO_4 + 2H_2O$$
K-sulfat

$$2H_3PO_4 + 3Ca''(HO)_2'' = Ca_3(PO_4)^2 + 6H_2O$$
Ca-phosphat

2. dadurch, daß der H der Basis ersetzt wird durch eine äquiv. Menge **Säureradical**; z. B.

$$K(HO)' + HNO_3 (= HO.NO_2) = KNO_2O = KNO_3 + H_2O$$

oder 3. dadurch, daß das (HO)' oder (HS)' der Basis ersetzt wird durch eine äquiv. Menge **Säurerest**;

z. B. $K(HO)' + HNO_3 = KNO_3 + H_2O$

$$2Na(HS)' + H_2(CS_3)'' = Na_2(CS_3)'' + 2H_2S$$

Den bei der Salzbildung stattfindenden Prozeß nennt man das **Neutralisiren** von Säuren und Basen; **Neutralsalze** nennt man diejenigen, welche weder sauer noch basisch reagiren.

Neutrale Salze entstehen nur dann, wenn Säuren und Basen von gleicher Stärke auf einander einwirken; also bei der Vereinigung starker Säuren mit starken Basen, oder von schwachen Säuren mit schwachen Basen, im entgegengesetzten Falle zeigen die Salze entweder eine basische Reaktion; z. B. Alumniumsulfat, Eisensulfat ꝛc. reagiren sauer; Kaliumcarbonat, Kaliumsilikat reagiren basisch.

Ein **normales** Salz entsteht, wenn aller H der Säure durch eine äquivalente Menge Metall, oder wenn aller H der Basis durch eine äquiv. Menge Säure radikal, oder endlich, wenn alles HO der Basis durch eine äquiv. Menge Säurerest ersetzt wird; ist dieser Ersatz blos ein teilweiser, so entsteht im ersteren Fall ein **saures**, in den beiden letzteren Fällen ein **basisches Salz**; z. B.

$$H_2SO_4 + K(HO) = K_2SO_4 + H_2O$$
(normales K-sulfat)

$$H_2SO_4 + K(HO) = KHSO_4 + H_2O$$
(saures K-sulfat)

$$HNO_3 + Pb(HO)^{2'} = Pb\begin{cases} HO \\ NO_3 \end{cases} + H^2O$$
(basisch Pb-nitrat)

Wenn der H einer polyhyd. Säure durch mehr als ein Metall ersetzt wird, entstehen **Doppelsalze**; z. B.

$$K(HO) + Na(HO) + H_2SO_4 = \left.\begin{matrix} K \\ Na \end{matrix}\right\} SO_4 + H^2O$$
(Ka-Na-sulfat)

$$Al^{VI}(HO)_6 + 2\,K(HO) + 4\,H_2SO_4 = \left.\begin{matrix} K_2 \\ Al^{VI} \end{matrix}\right\} (SO_4)_4 + 8\,H_2O$$
Al-Hydroxyd (K-Al-sulfat)

Die Salze können wir benennen entweder nach ihren Säuren oder nach ihren Basen; im ersteren Falle sprechen wir z. B. von salpetersauren Salzen u. s. w., im letzteren von Kalksalzen 2c.

Schließlich seien hier noch die wissenschaftlichen Benennungen der wichtigsten Salzgruppen angegeben:

Perchlorate	d. s.	überchlorsaure	Salze
Chlorate	„	chlorsaure	„
Chlorite	„	unterchlorigs.	„
Chloride	„	Haloidsalze des	Cl,
Bromide	„	„ „	Br,
Jodide	„	„ „	J
Sulfate	„	schwefelsaure	Salze,
Sulfite	„	schwefligs.	„
Hyposulfite	„	unterschwefeligsaure	Salze,
Nitrate	„	salpetersaure	„
Nitrite	„	salpetrigsaure	„
Phosphate	„	phosphorsaure	„
Phophite	„	phosphorigsaure	„
Hypophosphite	„	unterphosphorigs.	„
Borate	„	borsaure	Salze
Carbonate	„	kohlens.	„
Silicate	„	kiesels.	„
Cyanate	„	cyans.	„
Acetate	„	essigs.	„
Oxalate	„	oxals.	„
Butyrate	„	butters.	„
Malate	„	äpfels.	„
Tartrate	„	weins.	„
Stearinate	„	stearins.	„
Palmitinate	„	palmitins.	„

Zusammenstellung

der

wichtigsten chemischen Prozesse

in Formeln.

Mit stöchiometrischen Aufgaben.

Unorganische Chemie.

I. Die elektronegativen Elemente oder Nichtmetalle.

Wasserstoff. Hydrogenium. H.

Atomgewicht = 1.

1. Darstellung des Wasserstoffs durch Zersetzung des Wassers.

a. Mittelst Natrium.

$$Na + H_2O = NaHO + H$$

Natrium + Wasser = Natriumhydroxyd

b. Mittelst Eisen.

$$3Fe + 4H_2O = Fe^{VIII}O_4 + 8H$$

Eisen + Wasser = Eisentetroxid

2. Darstellung des Wasserstoffes aus Schwefelsäure (oder Chlorwasserstoff, d. i. Salzsäure) mittelst Zink oder Eisen.

a) $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + 2H$; oder
Zink, Schwefelsäure, Zinksulfat

b) $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + 2H$;
Chlorwasserstoff, Zinkchlorid

c) $Fe + H_2SO_4 = Fe''SO_4 + 2H$; oder
Eisen, Eisensulfat, Ferrosulfat

d) $Fe + 2HCl = Fe''Cl_2 + 2H$.
Eisenchlorür, Ferrochlorid

Aufgaben.

1. Wie viel Gramm Wasserstoff erhält man durch 50 Gramm Natrium?

Auflösung. $2Na + H_2O = Na_2O + 2H$
Natrium Natriumoxyd

folglich haben wir:

$$2Na = 2.23 = 46 \quad 2H = 2$$

daher:

$$46 : 2 = 50 : x$$
$x = 2{,}17$ Grm. Wasserstoff.

2. Wie viel Schwefelsäure und Zink braucht man zur Füllung eines Gasometers von 1 cm Inhalt?

Auflösung. 1 cm = 1000 cdm = 1000 Ltr. = 1000 kg.

1 cm Wasser wiegt also 1000 kg; da aber die Luft 770mal leichter ist als das Wasser, so wiegt 1 cm Luft nur den $\frac{1000}{770}$ Teil.

Wenn nun das spez. Gewicht des Wasserstoffes = 0,068 (nach Luft = 1) ist, so wiegt also

1 cm Wasserstoff $= \frac{1000 \cdot 0{,}068}{770} = 0{,}08837$ kg

folglich haben wir die Aufgabe:

Wie viel braucht man Zink und Schwefelsäure, zu 0,08837 kg Wasserstoff?

Der zur Durchführung nötige Prozeß lautet:

$$H_2SO_4 + Zn = ZnSO_4 + 2H$$

daher

$2H = 2 \cdot 1 = 2$	$2H = 2$
$S = 32$	
$4O = 4 \cdot 16 = 64$	
$H_2SO_4 = 98$	

also: $98 : 2 = x : 0{,}0883$
$x = 4{,}3267$ kg Schwefelsäure.

Zur Berechnung für die angewendete Menge Zink ergibt sich:

$Zn = 65 \qquad 2H = 2$

also: $65 : 2 = x : 0{,}0883$
$x = 2{,}8697$ kg Zink.

Chlor. Chlorum. Cl.

Atomgewicht = 35,5.

1. Darstellung des Chlors durch Einwirkung von Chlorwasserstoff auf Mangansuperoxyd bei gelinder Wärme.

Schon bei gewöhnlicher Temperatur bildet sich hiebei neben Wasser — Mangantetrachlorid:

$$MnO_2 + 4HCl = MnCl_4 + 2H_2O$$

Mangansuperoxyd   Mangantetrachlorid

Durch Einwirkung der Hitze zerfällt das $MnCl_4$ in Manganbichlorid und freies Chlor:

$$MnCl_4 = Mn''Cl_2 + 2Cl$$

Manganbichlorid

2. Statt der Chlorwasserstoffsäure wendet man häufig eine Mischung von Kochsalz, Mangansuperoxyd und Schwefelsäure an:

$$2NaCl + 2H_2SO_4 + MnO_2 =$$

Kochsalz

$$Mn''SO_4 + Na_2SO_4 + 2H_2O + 2Cl$$

Mangansulfat Natriumsulfat

Das Chlor zersetzt unter Einwirkung des Sonnenlichtes das Wasser:

$$H_2O + 2Cl = 2HCl + O$$

Sauerstoff

Darstellung der Chlorwasserstoff- oder Salzsäure, HCl, durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Kochsalz, d. i. Natriumchlorid.

$$2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl$$

Kochsalz   Natriumsulfat   Salzsäure

Aufgaben.

1. Wie viel Salzsäure braucht man, um 1 Pfund Braunstein zu zerlegen?

Auflösung.

$$MnO_2 + 4HCl = Mn''Cl_2 + 2H_2O + 2Cl$$

Braunstein   Manganbichlorid

Mn = 55	4 H = 4 . 1 = 4
2 O = 32	4 Cl = 4 . 35,5 = 142
MnO_2 = 87	4 H Cl = 146

folglich ergibt sich: 146 : 87 = x : 1

x = 1, 7 Pfd. Salzsäure.

2. Wie viel Schwefelsäure und Braunstein braucht man, um mittelst 1 Pfund Kochsalz Chlor zu entwickeln?

Auflösung.

Nach obigem Prozesse brauchen wir:

Na = 23	2 H = 2 . 1 = 2
Cl = 35,5	S = 32
NaCl = 58,5	4 O = 4 . 16 = 64
	H_2SO = 98

folglich ergibt sich: 58 : 98 = 1 : x
x = 1,7 Pfd. Schwefelsäure.

Für den zweiten Teil der Rechnung erhalten wir:

Mn	= 55	2 Na = 2 . 23	= 46
2 O = 2 . 16	= 32	2 Cl = 2 . 35,5	= 71
MnO_2 =	87	2 Na Cl =	117

daher: 87 : 117 = x : 1
x = 0,7 Pfd. Braunstein.

3. Wenn Wasser das 400fache Vol. Salzsäure absorbirt, wie viel kg Kochsalz und Schwefelsäure gebraucht man zur Darstellung der Salzsäure, welche von 250 Ltr. Wasser absorbirt wird? Wie viel kryst. Glaubersalz erhält man hiebei als Nebenprodukt?

Auflösung.

1 Ltr. Wasser absorbirt 400 Ltr. Salzsäure, also 250 Ltr. Wasser absorbiren 250 . 400 Ltr. Salzsäure = 100,000 Ltr.; nun wiegt aber

1 Liter Wasser = 1000 Grm.; und
1 „ Luft = $\frac{1000}{770}$ Grm.; ferners
1 „ Salzsäure = $\frac{1000}{770}$. 1,25 = 1,62 Grm.;
also wiegen:
100,000 Ltr. Salzsäure 100,000 . 1,62 = 162,000 Grm.
= 162 kg.

Obiger Prozeß der Salzsäure-Gewinnung sagt uns, daß man durch die gegenseitige Einwirkung von je 2 Molek. Kochsalz und 2 Molek. Schwefelsäure — 1 Molek. Glaubersalz und 2 Molek. Salzsäure erhält; daher haben wir:

a)

H =	1	Na =	23
Cl =	35,5	Cl =	35,5
H Cl =	36,5	Na Cl =	58,5

und: 36,5 : 58,5 = 162 : x
x = 259,64 kg Kochsalz

b)

2 H = 2 . 1 =	2	2 H =	2
S =	32	2 Cl = 2 . 35,5 =	71
4 O = 4 . 16 =	64	2 H Cl =	73
H_2SO_4 =	98		

98 : 73 = x : 162
x : 217,5 kg Schwefelsäure.

c) $2 Na = 2 . 23 = 46$
$S = 32$
$4 O = 4 . 16 = 64$

$Na_2 SO_4 = 142$
$20 H = 20 . 1 = 20$
$10 O = 10 . 16 = 160$

$Na_2 SO_4 + 10 H_2 O = 322$
$2 H = 2$
$2 Cl = 71$

$2 H Cl = 73$
$73 : 322 = 162 : x$
$x = 714,5$ kg Glaubersalz krystall.

Brom. Bromum. Br.

Atomgewicht = 80.

Gewinnung des Broms aus Brommagnesium, mittelst Schwefelsäure und Braunstein:

$Mg Br + 2 H_2 SO_4 + Mn O_2 =$
Magnesiumbromid.

$Mn'' SO_4 + Mg SO_4 + 2 H_2 O + 2 Br$
Mangansulfat. Magnesiumsulfat.

Darstellung des Bromwasserstoffes, HBr, durch Einwirkung von Schwefelsäure oder Phosphorsäure auf Kaliumbromid:

$K Br + H_3 PO_4 = K H_2 PO_4 + K Br$
Kaliumbromid. Phosphorsäure. Kaliumphosphat.

oder

$K Br + H_2 SO_4 = K H SO_4 + H Br$
Saures Kaliumsulfat.

Bromwasserstoffsäure bildet sich ferners bei der Einwirkung von Wasser auf gewisse Bromide, z. B. die des Phosphors:

$P Br_3 + 3 H_2 O = H_3 PO_3 + 3 H Br$
Phosphorbromid. Phosphorige Säure.

Eine Lösung von Bromwasserstoffsäure erhält man, indem man durch Wasser, in welchem sich Brom suspendirt befindet, — Schwefelwasserstoff leitet:

$H_2 S + 2 Br = S + H Br$
Schwefelwasserstoff. Schwefel.

Jod. Jodum. J.

Atomgewicht = 127.

Gewinnung des Jods aus dem Jodnatrium der Mutterlauge der Asche des Seegrases durch Behandeln mit Schwefelsäure und Mangansuperoxyd:

$$2\,Na\,J + 2\,H_2\,SO_4 + Mn\,O_2 =$$

Natriumjodid.

$$Mn''SO_4 + Na_2\,SO_4 + 2\,H_2\,O + 2\,J$$

Mangansulfat. Norm. Natriumsulf.

Aus der Lösung eines Jodids wird das Jod auch auf Zusatz von Eisenchlorid frei:

$$2\,K\,J + Fe^{IV}\,Cl_6 = 2\,Fe''\,Cl_2 + 2\,K\,Cl + 2\,J$$

Kaliumjodid. Eisenchlorid. Eisenchlorür. Kaliumchlorid.

Darstellung der Jodwasserstoffsäure, HJ, durch Einwirkung von Phosphorsäure auf Jodkalium:

$$K\,J + H_3\,P\,O_4 = K\,H_2\,P\,O_4 + H\,J$$

Jodkalium. Phoshphorsäure. Saures Kaliumphosphat.

Fluor. Fluor. Fl.

Atomgewicht = 19.

Darstellung der Fluorwasserstoffsäure, HFl, aus Flußspath (Calciumfluorid) vermittelst Schwefelsäure:

$$Ca\,Fl_2 + H_2\,SO_4 = Ca\,SO_4 + 2\,H\,Fl$$

Calciumfluorid. Calciumsulfat.

Die Fluorwasserstoff- oder Flußsäure löst Kieselsäreanhydrid auf, unter Bildung von Siliciumfluorid:

$$Si\,O_2 + 4\,H\,Fl = Si\,Fl_4 + 2\,H_2\,O$$

Kieselsäureanhydrid. Siliciumfluorid.

Sauerstoff. Oxygenium. O.

Atomgewicht = 16.

Darstellung desselben

1) durch Erhitzen von Quecksilberoxyd:

$$Hg\,O = Hg + O$$

Quecksilberoxyd. Quecksilber.

2) durch Erhitzen von Kaliumchlorat:

Hiebei tritt zuerst nur eine teilweise Zersetzung des Salzes ein und es bildet sich neben freiwerdendem Sauerstoff, — Kaliumchlorid und Kaliumperchlorat:

$$2\,KClO_3 = KCl + KClO_4 + 2\,Cl$$

Kaliumchlorat. Kaliumchlorid. Kaliumperchlorat.

In Folge gesteigerter Hitze tritt endlich eine gänzliche Zersetzung ein:

$$KClO_4 = KCl + 4\,O$$

3) aus Braunstein oder Mangansuperoxyd und zwar

a) durch Erhitzen für sich:

$$3\,MnO_2 = Mn_3O_4 + 2\,O$$

Mangansuperoxyd. Mangantetroxyd.

b) mittelst Schwefelsäure:

$$MnO_2 + H_2SO_4 = Mn''SO_4 + H_2O + O$$

Mangansulfat.

Aufgaben.

1. Wie viel Gramm Sauerstoff und Quecksilber sind in 100 Gramm Quecksilberoxyd enthalten?

Auflösung.

Nach obigem Processe haben wir:

$$\begin{array}{rl} Hg = & 200 \\ O = & 16 \\ \hline HgO = & 216 \end{array} \qquad O = 16$$

folglich: $216 : 16 = 100 : x$

$x = 7{,}4$ Grm. Sauerstoff.

ferners: $216 : 200 = 100 : x$

$x = 92{,}6$ Grm. Quecksilber.

2. Wie viel Kaliumchlorat gebraucht man zur Darstellung von 26,47 Grm. Sauerstoff:

Auflösung.

$$KClO_3 = KCl + 3\,O$$

Kaliumchlorat.

$$\begin{array}{rl} K = & 39{,}5 \\ Cl = & 35{,}5 \\ 3\,O = 3 \,.\, 16 = & 48{,}0 \\ \hline KClO_3 = & 123{,}0 \end{array} \qquad 3\,O = 48$$

folglich: $123{,}0 : 48 = x : 26{,}47$

$x = 67{,}55$ Grm. Kaliumchlorat.

3. Wie viel Chlorkalium erhält man hiebei als Rückstand?

Auflösung.

$$KClO_3 = 122{,}5 \qquad \begin{array}{r} K = 39 \\ Cl = 35{,}5 \\ \hline KCl = 74{,}5 \end{array}$$

folglich: $122{,}5 : 74{,}5 = 67{,}55 : x$

$x = 41{,}08$ Grm. Chlorkalium.

4) Wenn feststeht, daß beim Erhitzen von Braunstein nur Sauerstoff und Mangantetroxyd entsteht, so läßt sich der hiebei stattfindende chemische Prozeß durch die Gleichung ausdrücken:

$$x\,MnO_2 = y\,Mn_3O_4 + zO$$

Welche kleinste Werte haben die Coeffizienten x, y und z?

Aus der Gleichung folgt: für Mn $x = 3y$
für O $2x = 4y + z$

Das gewöhnliche Verfahren der Lösung solcher diophantischen Gleichungen läßt sich bei alleu Aufgaben dieser Art vereinfachen. Man erhält nämlich stets Gleichungen, bei welchen sämmtliche Summanden eine Unbekannte als Faktor haben. Eliminirt man so weit als möglich, so erhält man in den meisten Fällen schließlich eine Gleichung mit zwei Unbekannten von der Form $ax = by$, in welcher a und b keinen gemeinsamen Divisor haben. Dann ist keine andere kleinste Lösung möglich als $y = a$ und $x = b$ und daraus finden sich dann die übrigen Unbekannten. Aus den obigen Gleichungen $x = 3y$ und $2x = 4y + z$ erhalten wir: $6y = 4y + z$ und $2y = z$
also: $z = 2$, $y = 1$ und $x = 3$.

Wasserstoffsuperoxyd, Wasserstoffbioxyd oder oxydirtes Wasser.

$$H_2O_2 \text{ oder } H_2\overset{-}{O}\overset{+}{O} = \left.\begin{array}{c} H\overset{+}{O} \\ H\overset{-}{O} \end{array}\right\}$$

Wasserstoffsuperoxyd bildet sich durch Behandeln von Bariumsuperoxyd mit Salzsäure in Gegenwart von Wasser bei niederer Temperatur:

$$BaO_2 + 2HCl = BaCl_2 + H_2O_2$$
Bariumsuperoxyd Bariumchlorid

Verbindungen von Chlor und Sauerstoff.

1) Unterchlorigsäureanhydrid oder Chlormonoxyd, Cl_2O, erhält man, wenn man durch eine mittelst Eis abgekühlte Röhre über Quecksilberoxyd trockenes Chlorgas leitet:

$$HgO + 4Cl = Cl_2O + HgCl_2$$
Quecksilberoxyd. Quecksilberchlorid.

Dieses Anhydrid mit Wasser in Berührung zersetzt sich unter Bildung von unterchloriger Säure:

$$Cl_2O + H_2O = 2HClO$$

Chlorwasserstoff zersetzt die unterchlorige Säure unter Freiwerdung von Chlor:

$$HClO + HCl - H_2O + Cl$$
Unterchlorige Säure

2) Chlorigsäureanhydrid oder Chlortrioxyd, Cl_2O_3, erzeugt sich, wenn man salpetrige Säure auf Chlorsäure einwirken läßt:

$$HNO_2 + 2HClO_3 = 2HNO_3 + H_2O + Cl_2O_3$$
Salpetrige Säure. Chlorsäure. Salpetersäure.

Chlorigsäureanhydrid löst sich in Wasser, indem es Chlorige Säure, $HClO_2$, bildet:

$$Cl_2O_3 + H_2O = 2HClO_2.$$

3) Chlorsäure, $HClO_3$, wird dargestellt mittelst Bariumchlorat und Schwefelsäure:

$$Ba(ClO_3)_2 + H_2SO_4 + BaSO_4 + 2HClO_3$$
Bariumchlorat. Bariumsulfat

Mit Säuren in Berührung zerlegt sich die Chlorsäure in Wasser und Chlor:

$$HClO_3 + 5HCl = 3H_2O + 6Cl.$$

Ozon $(\overset{+-}{O\,O_2})''$ und Antozon $(\overset{+-}{O\,O})''$.

Ozon und Antozon können als Reductionsmittel wirken,

z. B. $Ba\overset{+-}{O\,O} + (\overset{+-}{O\,O_2})'' = 2(\overset{+-}{O\,O})^0 + Ba\overset{-}{O}$
Bariumsuperoxyd Ozon Sauerstoff Bariumoxyd

oder: $Pb\overset{+-}{O\,O} + (\overset{-+}{O\,O_2}) = 2(\overset{+-}{O\,O})^0 + Pb\overset{+}{O}$
Bleisuperoxyd Antozon Bleioxyd

Auch zwei sauerstoffreiche Oxyde können sich bei ihrem Zusammentreffen unter Sauerstoffentwicklung gegenseitig reducieren:

$$\overset{+-}{Mn\,O\,O} + \overset{-+}{H_2\,O\,O} = \overset{+-}{(O\,O)^0} + \overset{-}{H_2\,O} + \overset{+}{Mn\,O}$$

Mangansuperoxyd, Wasserstoffsuperoxyd, Wasser, Manganoxydul.

Schwefel. Sulphur. S.

Atomgewicht = 32.

In Gegenden, in welchen Schwefelmetalle in großer Menge vorkommen, werden diese zur Gewinnung des Schwefels verwendet. Aus Schwefelkies (Eisenbisulfid) z. B. kann der Schwefel durch Erhitzen in geschlossenen Gefäßen gewonnen werden:

$$\underset{\text{Eisenbisulfid}}{3\,Fe\,S_2} = \underset{\text{Eisentetrasulfid}}{Fe_3\,S_4} + 2\,S$$

Aufgaben.

1. Wie viel Schwefel ist in 650 Grm. Schwefelkies enthalten, welcher durch 7,5 Proc. fremder Substanzen verunreinigt ist?

Auflösung. $100 : 7{,}6 = 650 : x$

$x = 48{,}74$ Verunreinigungen,

folglich bleiben als Schwefelkies

$650 - 48{,}75 = 601{,}25$ Grm. Schwefelkies (Eisenbisulfid) $= Fe\,S_2$ daher Fe — 56 $2\,S = 64$

$2\,S = 2\,.\,32 = 64$

$Fe\,S_2 = 120$

$120 : 64 = 601{,}25 : x$

$x = 320{,}66$ Grm. Schwefel.

2. Wie viel läßt sich daraus Schwefel gewinnen?

Auflösung. $\underset{\text{Eisenbisulfid}}{3\,Fe\,S_2} = \underset{\text{Eisentetrasulfid.}}{Fe_3\,S_4} + 2\,S$

folglich: $3\,Fe = 3\,.\,56 = 168$ $2\,S = 64$

$6\,S = 6\,.\,32 = 192$

$3\,Fe\,S_2 = 360$

$360 : 64 = 601{,}25 : x$

$x = 106{,}88$ Grm. Schwefel.

Bereitung von Schwefelmilch aus Kaliumpentasulfid mittelst Salzsäure.

$$K_2S_5 + 2HCl = 2KCl + H_2S + 4S$$

Kaliumpentasulfid — Kaliumchlorid — Schwefelwasserstoff

Aufgabe.

Wie viel Schwefelmilch erhält man durch Zerlegung von 200 Grm. Kaliumpentasulfid?

Auflösung. $2K = 2.39 = 78$. $4S = 4.32 = 128$

$5S = 5.32 = 160$

$K_2S_5 = 238$

folglich: $238 : 128 = 200 : x$

$x = 107{,}5$ Grm. Schwefemilch.

Schwefelwasserstoff: H_2S.

Wasserstoffsulfid, Wasserstoffmonosulfid oder gemeinhin Schwefelwasserstoff genannt, gewinnt man durch Einwirkung von Schwefel- oder Salzsäure auf ein Schwefelmetall, gewöhnlich Schwefeleisen:

$$Fe''S + 2HCl = Fe''Cl_2 + H_2S$$

Eisensulfür — Eisenchlorür

Verbindungen von Schwefel und Sauerstoff.

Schwefligsäureanhydrid oder Schwefelbioxyd: SO_2.

Darstellung derselben:

a) Durch Erhitzen von Schwefel mit Metallen (Kupfer, Quecksilber, Silber):

$$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$$

Kupfer — Kupfersulfat

b) durch Reduktion von Schwefelsäure mittelst Kohle:

$$2H_2SO_4 + C = 2SO_2 + CO_2 + 2H_2O$$

Kohle — Kohlensäureanhydrid

Aufgaben.

1) Wie viel Liter schwefelige Säure erhält man durch Verbrennen von 50 Grm. Schwefel?

Auflösung. $S = 32$. $S = 32$

$2O = 32$

$SO_2 = 64$

$32 : 64 = 50 : x$

$x = 100$ Gr. schwefelige Säure.

1 Ltr. Wasser = 1 kg = 1000 Grm.
1 Ltr. Luft = $\frac{1000}{770}$ Grm.

Wenn nun das spez. Gewicht der SO_2 auf Luft bezogen 2,2 beträgt, so wiegt:

$$1 \text{ Ltr. } SO_2 = \frac{1000 \cdot 2,2}{770} = 2,85 \text{ Grm.}$$

folglich: $2,85 : 1 = 100 : x$
$x = 34,5$ Ltr. schwefelige Säure.

2. Wie viel Gramm Kupfer und Schwefelsänre gebraucht man zur Darstellung von 46 Ltr. schwefeliger Säure:

Auflösung. 1 Ltr. SO_2 = 2,85 Grm.
folglich 46 Ltr. SO_2 = 131,1 Grm.

$$Cu + 2H_2SO = CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$$

daher haben wir:

a) $Cu = 63,5$.
$S = 32$
$2O = 32$
$SO_2 = 64$

$64 : 63,5 = 131,1 : x$
$x = 130,07$ Grm. Kupfer.

b) $4H = 4$
$2S = 64$
$8O = 8 \cdot 16 = 128$
$2H_2SO_4 = 196$
$S = 32$
$2O = 2 \cdot 16 = 32$
$SO_2 = 64$

$64 : 196 = 131,1 : x$
$x = 401,5$ Grm. Schwefelsäure.

3) Wie viel Gramm Kupfer und Schwefelsäure gebraucht man zur Darstellung von 35 Grm. schwefeliger Säure, und wie viel wiegt der dabei erhaltene krystallisirte Kupfervitriol =

$$CuSO_4 + 5H_2O$$

Auflösung. Nach obigem Prozesse haben wir:

a) $Cu = 63,5$
$S = 32$
$2O = 2 \cdot 16 = 32$
$SO_2 = 64$

daher: $64 : 63,5 = 35 : x$
$x = 34,72$ Grm. Kupfer.

b)
$$
\begin{array}{rcl}
4H & = 4 \,.\, 1 = & 4 \\
2S & = 2 \,.\, 32 = & 64 \\
8O & = 8 \,.\, 16 = & 128 \\
\hline
2H_2SO_4 & = & 196 \\
S & = & 32 \\
2O & = 2 \,.\, 16 = & 32 \\
\hline
SO_2 & = & 64
\end{array}
$$

folglich: $64 : 196 = 35 : x$

$x = 107{,}2$ Grm. Schwefelsäure.

c)
$$
\begin{array}{rcl}
Cu & = & 63{,}5 \\
S & = & 32{,}0 \\
4O & = 4 \,.\, 16 = & 64{,}0 \\
10H & = 10 \,.\, 1 = & 10{,}0 \\
5O & = 5 \,.\, 16 = & 80{,}0 \\
\hline
CuSO_4 + 5H_2O & = & 249{,}5 \\
S & = 32 & \\
2O & = 32 & \\
\hline
SO_2 & = 64 &
\end{array}
$$

folglich: $64 : 249{,}5 = 35 : x$

$x = 136{,}44$ Grm. Kupfervitriol.

Schwefelsäure oder Monothionsäure.

$$H_2SO_4 \text{ oder } \left.\begin{matrix} H_2 \\ SO_2 \end{matrix}\right\} O_2$$

Diese bildet sich durch Oxydation des Schwefels oder des Schwefligsäureanhydrids mittelst Salpetersäure:

$$S + \underset{\text{Salpetersäure}}{2HNO_3} = \underset{\text{Stickoxyd}}{2NO} + H_2SO_4$$

$$\underset{\text{Schwefligsäureanhydrid}}{SO_2} + 2HNO_3 = \underset{\text{Stickstoffperoxyd}}{2NO_2} + H_2SO_4$$

Der letztere Prozeß wird in großem Maßstabe in chemischen Fabriken ausgeführt; das nebenbei entstandene Stickstoffperoxyd zerfällt dann durch die Einwirkung des Wassers in Salpetersäure und Stickoxydgas:

$$\underset{\text{Stickstoffperoxyd}}{3NO_2} + H_2O = \underset{\text{Salpetersäure}}{2HNO_3} + \underset{\text{Stickoxyd}}{NO}$$

Die so regenerirte Salpetersäure wirkt nun wieder auf einen neuen Anteil Schwefligsäureanhydrid, während das

Stickoxyd sich durch den O der Luft oxydirt zu Stickstoffperoxyd: $NO + O = NO_2$
(Stickoxyd — Stickstoffperoxyd)
welches dann wieder, wie oben angegeben, zersetzt wird, so daß derselbe Prozeß immer von Neuem beginnt.

Aufgaben.

1. Wie viel Ztr. Schwefelsäure erhält man aus 100 Ztr. Schwefel, wenn alles Schwefligsäureanhydrid in Schwefelsäure verwandelt wird?

Auflösung. $S + 2HNO_3 = 2NO + H_2SO_4$

$$\begin{array}{lrl} & 2H = & 2 \\ S = 32 & S = & 32 \\ & 4O = 4 \cdot 16 = & 64 \\ \hline & H_2SO_4 = & 98 \end{array}$$

folglich: $32 : 98 = 100 : x$
$x = 306{,}25$ Ctr. Schwefelsäure.

2) Wie viel Zentner Schwefelsäure erhält man aus 500 Ztr. Schwefelkies, welcher 8 Proz. Bergart enthält?

Auflösung. $100 : 8 = 500 : x$
$x = 40$ Ztr. Bergart.
folglich: 500 Ztr. Schwefelkies
weniger: 40 Ztr. Bergart
bleiben: 460 Ztr. reiner Schwefelkies.

$3FeS_2 = FeS_4 + 2S$
(Eisenbisulfid oder Schwefelkies — Eisentetrasulfid)

daher:
$$\begin{array}{rl} 3Fe = 3 \cdot 56 = & 168 \\ 6S = 6 \cdot 32 = & 192 \\ \hline 3FeS_2 = & 360 \end{array} \qquad 2S = 64$$

folglich: $360 : 64 = 460 : x$
$x = 81{,}8$ Ztr. Schwefel
erhält man aus obiger Menge reinem Schwefelkies zur Schwefelsäurefabrikation.

Nun sagt uns aber der chemische Prozeß, daß durch die entsprechende Behandlung aus je 1 At. Schwefel, 1 Molek. Schwefelsäure erhalten wird, folglich haben wir:

$$\begin{array}{lrl} & 2H = 2 \cdot 1 = & 2 \\ S = 32 & S = & 32 \\ & 4O = 4 \cdot 16 = & 64 \\ \hline & H_2SO_4 = & 98 \end{array}$$

und: $32 : 98 = 81{,}8 : x$

$x = 250{,}4$ Ztr. Schwefelsäure.

Rauchende Schwefelsäure

wird dargestellt durch Erhitzen von Eisenvitriol:

$$\underset{\text{Ferrosulfat}}{2\,Fe'' SO_4} = \underset{\text{Eisenoxyd}}{Fe^{VI} O_3} + \underset{\text{Schwefelsäureanhydrid}}{S O_3} + \underset{\text{Schwefeligsäureanhydrid.}}{SO_2}$$

Das Schwefelsäureanhydrid wird in Kesseln aufgefangen, die mit gewöhnlicher Schwefelsäure gefüllt sind; — mit dieser verbindet es sich dann zu der sogenannten Nordhäuser Schwefelsäure, oder rauchenden Schwefelsäure, auch Vitriolöl genannt, so daß man diese betrachten kann als:

Schwefelsäure + Schwefelsäureanhydrid = Vitriolöl

$$H_2\,SO_4 + S O_3 = H_2\,S_2\,O_7$$

Tetrathionsäure: $H_2\,S_4\,O_6$

stellt man dar, indem man in einer Auflösung von Bariumhyposulfit Jod bis zur Sättigung auflöst:

$$\underset{\text{Bariumhyposulfit}}{2\,Ba\,S_2\,O_3} + \underset{\text{Jod}}{2\,J} = \underset{\text{Bariumjodid}}{Ba\,J_2} + \underset{\text{Bariumtetrationat.}}{Ba\,S_4\,O_6}$$

Pentathionsäure: $H_2\,S_5\,O_6$.

$$\underset{\text{Schwefelige Säure}}{5\,H_2\,SO_3} + \underset{\text{Schwefelwasserstoff}}{5\,H_2\,S} = \underset{\text{Pentathionsäure}}{H_2\,S_5\,O_6} + 9\,H_2O + 5\,S$$

Diese bildet sich, wie vorhergehender Prozeß zeigt, unter Ausscheidung von Schwefel, wenn man in eine gesättigte Lösung von Schwefeligsäureanhydrid in Wasser — Schwefelwasserstoff leitet. —

Stickstoff. Nitrogenium. N.

Atomgewicht = 14.

Rein erhält man Stickstoff durch Erhitzen vom Ammoniumnitrit.

$$\underset{\text{Ammoniumnitrit}}{(H_4\,N)\,NO_2} = 2\,H_2O + 2\,N$$

Statt Ammoniumnitrit kann man eine Mischung von Salmiak und Kaliumnitrit nehmen, wobei ein Austausch ihrer Radicale (K und $H_4\,N$) stattfindet und Ammoniumnitrit entsteht:

$$(H_4\,N)'\,Cl + K\,NO_2 = K\,Cl + (H_4\,N)'\,NO_2$$

Ammoniak H_3N oder $\left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\}N$

Kaliumhydroxyd und Eisenfeile erhitzt wird Wasserstoff frei:

$$6\,KHO + 2\,Fe = Fe^{VI}O_3 + 3\,K_2O + 6\,H$$
Kaliumhydroxyd Eisen Eisenoxyd Kaliumoxyd

Dagegen durch Erhitzen von Kaliumnitrat und Eilsenfeile entwickelt sich Stickstoff.

$$6\,KNO_3 + 10\,Fe = 5\,Fe^{VI}O_3 + 3\,K_2O + 6\,N$$
Kaliumnitrat Eisen Eisenoxyd Kaliumoxyd

Die beiden einzeln so frei gewordenen Gase (H und N) vereinigen sich nicht direkt mit einander, dagegen ist solches der Fall. wenn beide im Momente ihrer Entstehung, in status nascens mit einander in Berührung kommen, wobei sich Ammoniak bildet:

$$9\,KHO + 3\,KNO_3 + 8\,Fe = 4\,Fe^{VI}O_3 + 6\,K_2O + 3\,H_3N$$
Kaliumhydroxyd Kaliumnitrat Eisen Eisenoxyd Kaliumoxyd

dargestellt wird das Ammoniak fast immer durch Einwirkung von Calciumhydroxyd (gelöschtem Kalk, Aetzkalk) auf ein Ammoniaksalz (gewöhnlich Ammoniumchlorid).

$$2\,H_4NCl + CaH_2O_2 = CaCl_2 + 2\,H_2O + 2\,H_3N$$
Ammoniumchlorid Calciumhydroxyd Calciumchlorid

Aufgaben.

1. Wenn Wasser das 500fache Volumen Ammoniak aufnimmt, wie viel Gramm Salmiak gebraucht man zur Darstellung des Ammoniaks, welches nötig ist, um 1 Klgrm. Wasser mit Ammoniak zu sättigen?

Auflösung.

1 Klgrm. Wasser = 1 Ltr., also absorbirt 1 Ltr. Wasser 500 Vol. Ammoniak;

1 Ltr. Wasser = 1000 Grm.
1 Ltr. Luft = $\frac{1000}{770}$ „ folglich wiegt
1 Ltr. Ammoniak = $\frac{1000 \,.\, 0{,}59}{770}$ = 0,766 Grm.
u. 500 Ltr. „ = 0,766 . 500 = 383 Grm.

Nach obigem Prozesse geben je 2 Molek. Salmiak durch Zersetzung mit Aetzkalk 2 Molek. Ammoniak daher:

$$N = 14 \qquad\qquad N = 14$$
$$4H = 4 . 1 = 4 \qquad\qquad 3H = 3$$
$$Cl = 35{,}5 \qquad\qquad \overline{H_3N = 17}$$
$$\overline{H_4NCl = 53{,}5}$$

und $17 : 53{,}5 = 383 : x$

$x = 1205.5$ Grm. Salmiak.

2. Wie viel Aetzkalk ist nötig, um aus 2 Klgrm. Salmiak alles Ammoniak auszutreiben?

Auflösung. Gestützt auf obigen chemischen Prozeß brauchen wir:

$$8H = 8 . 1 = 8 \qquad Ca = 40$$
$$2N = 2 . 14 = 28 \qquad 2H = 2$$
$$2Cl = 2 . 35{,}5 = 71 \qquad 2O = 2 . 16 = 32$$
$$\overline{2H_4NCl = 107} \qquad \overline{CaH_2O_2 = 74}$$

also $107 : 74 = 2 : x$

$x = 1{,}37$ Klgrm. Aetzkalk.

3. Wie viel Ammoniakgas wird aus diesen 2 Klgrm. Salmiak frei?

Auflösung.

$$4H = 4 \qquad\qquad N = 14$$
$$N = 14 \qquad\qquad 3H = 3$$
$$Cl = 35{,}5 \qquad\qquad \overline{H_3N = 17}$$
$$\overline{H_4NCl = 53{,}5}$$

$53{,}5 : 17 = 2000 : x$

$x = 635{,}5$ Grm. Ammoniakgas.

Stickstoff und Sauerstoff.

1. Salpetersäureanhydrid: N_2O_5, erhält man durch Einwirkung von Chlor auf Silbernitrat.

$$\underset{\text{Silbernitrat}}{2AgNO_3} + 2Cl = \underset{\text{Silberchlorid}}{2AgCl} + O + N_2O_5$$

2. Salpetersäure: HNO_3 oder $\left.\begin{matrix}H\\NO_2\end{matrix}\right\}O$ erhält man durch Einwirkung von 1 Molek. Schwefelsäure auf 1 Molek. Kaliumnitrat:

$$\underset{\text{Kaliumnitrat}}{KNO_3} + H_2SO_4 = \underset{\text{Saures Kaliumsulfat}}{HKSO_4} + HNO_3$$

Bei einem Ueberschuß von Kalium- oder Natriumnitrat wird in Folge der notwendigen hohen Temperatur ein großer

Teil der Salpetersäure in Sauerstoff und rote Dämpfe von Stickstoffperoxyd zersetzt, welch letzteres mit der Salpetersäure gemengt, die rote rauchende Salpetersäure bildet:

$$4KNO_3 + 2H_2SO_4 =$$
Kaliumnitrat

$$2K_2SO_4 + H_2O + O + 2(HNO_3 + NO_2)$$
Normales Kaliumsulfat Rauchende Salpetersäure

Aufgaben.

1. Wie viel Pfund Natronsalpeter gebraucht man zur Darstellung von 100 Pfund Salpetersäure?

Auflösung.

Aus vorhergehendem Prozesse ist ersichtlich, daß je 1 Molek. Salpeter — 1 Molek. Salpetersäure liefert; folglich haben wir:

$$\begin{array}{rl} Na = & 23 \\ N = & 14 \\ 3O = 3.16 = & 48 \\ \hline NaNO_3 = & 85 \end{array} \qquad \begin{array}{rl} H = & 1 \\ N = & 14 \\ 3O = 3.16 = & 48 \\ \hline HNO_3 = & 63 \end{array}$$

und: $85 : 63 = x : 100$
$x = 134,9$ Pfund Natronsalpeter.

2. Wie viel Pfund salpetersaures Kali sind erforderlich, um 500 Pfund Salpetersäure darzustellen, welche 40 Proz. Salpetersäure enthält?

Auflösung. $100 : 40 = 500 : x$
$x = 200$ Pfd. Salpetersäure;

folglich haben wir:

$$\begin{array}{rl} K = & 39 \\ N = & 14 \\ 3O = 3.16 = & 48 \\ \hline KNO_3 = & 101 \end{array} \qquad \begin{array}{rl} H = & 1 \\ N = & 14 \\ 3O = & 48 \\ \hline HNO_3 = & 63 \end{array}$$

und daher: $63 : 101 = 200 : x$
$x = 320,63$ Pfd. Kaliumnitrat.

Salpetersalzsäure oder Königswasser, d. i. eine Mischung von 7 Tl. Salpetersäure und 3 Tln. Salzsäure, bei deren Vermengung eine Zersetzung stattfindet, es entsteht Wasser, während Stickstoffoxyd und Chlor frei wird.

$$2HNO_3 + 6HCl = 4H_2O + 2NO + 6Cl$$
Salpetersäure Salzsäure Stickoxyd

3. Stickstoffperoxyd (Untersalpetersäure), NO_2, wird dargestellt durch starkes Erhitzen von Bleinitrat.

$$\underset{\text{Bleinitrat}}{Pb(NO_3)_2} = \underset{\text{Bleioxyd}}{PbO} + O + 2NO_2.$$

Wird Stickstoffperoxyd mit Basen zusammengebracht, so entstehen keine untersalpetersauren Salze, sondern Gemenge von Nitraten und Nitriten, daher ist die bisherige Bezeichnung „Untersalpetersäure" falsch:

$$\underset{\text{Stickstoffperoxyd}}{2NO_2} + \underset{\text{Kaliumhydroxyd}}{2KHO} = \underset{\text{Kaliumnitrit}}{KNO_2} + \underset{\text{Kaliumnitrat}}{KNO_3} + H_2O$$

4. Salpetrigsäureanhydrid, N_2O_3, welches sich bildet beim Vermischen von Stickstoffoxydgas mit Sauerstoff, zersetzt sich mit wenig Wasser zu salpetriger Säure:

$$N_2O_3 + H_2O = \underset{\text{Salpetrige Säure}}{2HNO_2}$$

mit viel Wasser dagegen zu Salpetersäure und Stickoxyd

$$3N_2O_3 + H_2O = \underset{\text{Salpetersäure}}{2HNO_3} + \underset{\text{Stickoxyd}}{4NO}$$

5. Stickstoffoxyd oder Stickoxyd, NO, wird dargestellt durch Einwirkung von Kupfer auf verdünnte Salpetersäure (1 Vol. conc. Säure und 2 Vol. Wasser):

$$\underset{\text{Kupfer}}{3Cu} + \underset{\text{Salpetersäure}}{8HNO_3} = \underset{\text{Kupfernitrat}}{3Cu(NO_3)2} + 4H_2O + \underset{\text{Stickoxyd}}{2NO}$$

Aufgaben.

1. Wie viel Gramm Kupfer gebraucht man zur Darstellung von 72 Ltr. Stickstoffoxyd?

Auflösung.

Laut vorhergehendem chem. Prozesse erhält man bei der Einwirkung von je 3 At. Kupfer auf Salpetersäure je zwei Molek. Stickstoffoxyd; nun ist aber

1 Ltr. Wasser = 1 Klgrm. = 1000 Grm.
und 1 „ Luft = $\frac{1000}{770}$ Grm.
folglich 1 Ltr. Stickoxyd = $\frac{1000}{770}$. 04 = 1,35 Grm.
und 72 „ „ = 1,35 . 72 = 972 „
daher haben wir:

2 Cu = 3 . 63,5 = 190,5

2 N	=	2 . 14 =	28
2 O	=	2 . 16 =	32
2 N O	=		60

190,5 : 60 = x : 97,2
x = 308,6 Grm. Kupfer.

2. Es sollen 5 Pfund salpetersaures Kupferoxyd (Kupfernitrat $= Cu\ N_2\ O_6$) dargestellt werden aus Kupfer und Salpetersäure. Wie viel Salpeter ist erforderlich, um die nötige Salpetersäure zu liefern?

Auflösung.

Gestützt auf vorausgeschickten chemischen Prozeß brauchen wir auf je 3 Molek. Kupfernitrat auch je 8 Molek. Salpeter, daher haben wir:

$$3\,Cu = 3\ .\ 63{,}5 = 190{,}5$$
$$6\,N = 6\ .\ 14 = 84{,}0$$
$$18\,O = 18\ .\ 16 = 288{,}0$$
$$3\,Cu\,N_2\,O_6 = 562{,}5$$

$$8\,K = 8\ .\ 39 = 312$$
$$8\,N = 8\ .\ 14 = 112$$
$$24\,O = 24\ .\ 16 = 384$$
$$8\,K\,N\,O_3 = 808$$

und $562{,}5 : 808 = 5 : x$

$x = 7{,}182$ Pfund Salpeter.

3. Wie viel Gramm Salpetersäure von 35 Proz. an $H\,N\,O_3$ sind erforderlich, um mit 50 Grm. Kupfer Stickstoffoxyd zu bilden?

Auflösung.

Nach Vorhergehendem haben wir:

$$3\,Cu = 3\ .\ 63{,}5 = 190{,}5$$
$$8\,H = 8\ .\ 1 = 8$$
$$8\,N = 8\ .\ 14 = 112$$
$$24\,O = 24\ .\ 16 = 384$$
$$8\,H\,N\,O_3 = 504$$

und daher $190{,}5 : 504 = 50 : x$

$x = 132{,}2$ Grm. Salpetersäure von 100 Proz. $H\,N\,O_3$ würde man brauchen, folglich ergibt sich:

$x : 132{,}2 = 100 : 35$

$x = 377{,}1$ Gr. Salpetersäure von 35 Proz. an $H\,N\,O_3$ sind im gegebenen Falle erforderlich.

6. Stickstoffoxydul oder Stickoxydul, N_2O, wird dargestellt durch Erhitzen von Ammoniumnitrat:

$$(N\,H_4)'\,N\,O_3 = 2\,H_2\,O + N_2\,O.$$
Ammoniumnitrat.

Phosphor. Phosphorus. P.

Atomgewicht = 31.

Darstellung. Die gebrannten und gemahlenen Knochen werden mit verdünnter Schwefelsäure digerirt; es bildet sich Calciumsulfat und saures Calciumphosphat, welche durch Coliren von einander getrennt werden.

$$\underset{\text{Calciumphosphat}}{Ca_3 (PO_4) 2} + 2 H_2 SO_4 = \underset{\text{Saures Calciumsulfat}}{2 Ca SO_4} + \underset{\text{Saures Ca-sulfat}}{\left.\begin{matrix} H_4 \\ Ca \end{matrix}\right\} (PO_4)_2},$$

letzteres wird dann eingedampft und mit Kohle der Rotglühhitze ausgesetzt, wobei sich unter Verlust von Wasser Calciummetaphosphat bildet:

$$\underset{\text{Saures Calciumphosphat}}{\left.\begin{matrix} H_4 \\ Ca \end{matrix}\right\} (PO_4)_2} - 2 H_2 O = \underset{\text{Calciummetaphosphat.}}{Ca (PO_3)_2}$$

Die Temperatur bis zur Rotglühhitze gesteigert, werden $\frac{2}{3}$ des Phosphorgehaltes reduciert, während der übrige Anteil als zurückgebildetes Calciumphosphat zurückbleibt:

$$\underset{\text{Calciummetaphosphat}}{3 Ca (PO_3)_2} + 10 C = \underset{\text{Calciumphosphat}}{Ca_3 (PO_4)_2} + \underset{\text{Kohlenoxyd}}{10 CO} + 4 P$$

Aufgaben.

1. Wie viel Phosphor ist in 100 Pfd. Knochenasche enthalten, welche aus $\frac{4}{5}$ ihres Gewichts phosphorsaurem und $\frac{1}{5}$ kohlensaurem Kalk besteht?

Auflösung.

$\frac{100 \cdot 4}{5}$ = 80 Pfd. phosphors. Kalk = $Ca_3 (PO_4)_2$

$$\begin{array}{rcl} 3 Ca = 3 \cdot 40 = 120 & & \\ 2 P = 2 \cdot 31 = 62 & & 2 P = 62 \\ 8 O = 8 \cdot 16 = 128 & & \\ \hline Ca_3 (PO_4)_2 = 310 & & \end{array}$$

daher 310 : 62 = 80 : x

x = 16 Pfd. Phosphor.

2. Wie viel läßt sich aber aus diesen 80 Pfund Calciumphosphat Phosphor gewinnen?

Auflösung.

Laut obigem chem. Prozesse erhalten wir aus 3 Molek. Calciumphosphat 4 At. Phosphor; wir haben daher:

$$\begin{array}{lrcl} & 9\,Ca = & 9\,.\,40 = & 360 \\ 4\,P = 124 & 6\,P = & 6\,.\,31 = & 186 \\ & 24\,O = & 24\,.\,16 = & 384 \\ \hline & 3\,[Ca_3\,(PO_4)_2] = & & 930 \end{array}$$

folglich $930 : 124 = 80 : x$

$x = 10{,}6$ Pfund Phosphor.

Phosphorwasserstoffgas $H_3\,P$, bildet sich beim Erhitzen von unterphosphoriger Säure und phosphoriger Säure, wobei dieselbe in Phosphorsäure und Phosphorwasserstoff zerfallen:

a. $\underset{\text{Unterphosphorige Säure}}{2\,H_3\,PO_2} = \underset{\text{Phosphorsäure}}{H_3\,PO_4} + H_3\,P$

b. $\underset{\text{Phosphorige Säure}}{4\,H_3\,PO_3} = \underset{\text{Phosphorsäure}}{3\,H_3\,PO_4} + H_3\,P.$

Gewöhnlich stellt man Phosphorwasserstoff dar, durch Erhitzen von P, Wasser und Kaliumhydroxyd:

$$4\,P + 3\,H_2\,O + \underset{\text{Natriumhydroxyd}}{3\,H\,Na\,O} = \underset{\text{Natriumhypophosphit.}}{3\,Na\,H_2\,PO_2} + H_3\,P.$$

Phosphor und Sauerstoff.

1. **Phosphorsäure**, $H_3\,PO_4$ oder $\left.\begin{matrix}H_3\\PO\end{matrix}\right\}O_3$ erhält man durch Oxydation des Phosphors mit Salpetersäure.

$$P_3 + \underset{\text{Salpetersäure}}{5\,H\,NO_3} + 2\,H_2\,O = \underset{\text{Stickoxyd}}{5\,NO} + 3\,H_3\,PO_4$$

Im Großen gewinnt man die Phosphorsäure durch Behandeln von Knochenerde mit Schwefelsäure, wobei sich wie oben angegeben saures Calciumphosphat bildet, dieses wird dann eingedampft und mit Schwefelsäure im Ueberschuß versetzt:

$$\underset{\text{Saures Calciumphosphat}}{\left.\begin{matrix}H_4\\Ca\end{matrix}\right\}(PO_4)_2} + H_2\,SO_4 = \underset{\text{Calciumsulfat}}{Ca\,SO_4} + \underset{\text{Phosphorsäure}}{2\,H_3\,PO_4}$$

2. **Pyrophosphorsäure** oder **tetrahydrische Diphosphorsäure:**
$H_4\,P_2\,O_7$ oder $\left.\begin{matrix}H_4\\P_2\,O_3\end{matrix}\right\}O_4$ entsteht, wenn man Phosphorsäure bis auf 215° erhitzt, wobei aus je 2 Molek. Phosphorsäure die Elemente von einem Molek. Wasser austreten:

$$2\,H_3PO_4 - H_2O = H_4P_2O_7$$

Gewöhnlich gewinnt man sie dadurch, daß man Bleipyrophosphat in Wasser suspendirt und durch diese Mischung Schwefelwasserstoff leitet:

$$\underset{\text{Bleipyrophosphat}}{Pb_2P_2O_7} + 2\,H_2S = \underset{\text{Bleisulfid}}{2\,PS} + H_4P_2O_7$$

3. **Metaphosphorsäure** oder **monohydrische Phosphorsäure:**

HPO_3 oder $\left.\begin{matrix}PO_2\\H\end{matrix}\right\}O$ entsteht, wenn man Phosphorsäureanhydrid in Wasser löst:

$$P_2O_5 + H_2O = 2\,HPO_3$$

oder wenn man Phosphorsäure oder Pyrophosphorsäure bis zu Rotglühen erhitzt:

$$H_3PO_4 - H_2O = HPO_3$$
$$H_4P_2O_7 - H_2O = 2\,HPO_3$$

Arsen. Arsenicum. As.

Atomgewicht = 75.

Das Arsen wird auf Gifthütten durch Sublimation aus Arsenkies gewonnen

$$\underset{\text{Arsenkies}}{Fe\,As\,S} = \underset{\text{Eisensulfid}}{Fe''S} + \underset{\text{Arsen.}}{As}$$

Reines Arsen erhält man, wenn man Arsenigsäureanhydrid mit Holzkohle reducirt

$$\underset{\text{Arseniksäureanhydrid}}{As_2O_3} + 3\,C = \underset{\text{Kohlenhydrid}}{3\,CO} + 2\,As$$

Arsenwasserstoff, H_3As

wird dargestellt durch Behandeln einer Legirung von Zink und Arsenik mit Chlorwasserstoff oder verdünnter Schwefelsäure

$$\underset{\text{Zinkarsenid}}{Zn_3As_2} + 6\,HCl = \underset{\text{Zinkchlorid}}{3\,ZnCl_2} + 2\,H_3As.$$

Außerdem entsteht es, wenn Wasserstoff in satus nascens mit Arsenigsäure oder Arsensäure oder irgend einem ihrer Salze in Berührung tritt

$$\underset{\text{Arsenige Säure}}{H_3AsO_3} + 6\,H = 3\,H_2O + H_3As$$

Arsensäureanhydrid, As_2O_5,

erhält man, wenn man Arsensäure bis zur schwachen Rotglühhitze bringt:

$$2H_3AsO_4 - 3H_2O = As_2O_5.$$

Arsenbisulfid, AsS_2,

bekannt unter dem Namen Realgar, stellt man gewöhnlich durch Erhitzen von S mit As_2O_3 dar:

$$\underset{\text{Arsenigsäureanhydrid.}}{2As_2O_3} + 7S = 3SO_2 + 2As_2S_2$$

Bor. Borium. B.

Atomgewicht = 11.

Das Bor kann nach drei verschiedenen Methoden dargestellt werden, wovon jede dieses Element mit verschiedenen Eigenschaften begabt, erhalten läßt:

1) Man zersetzt Borsäureanhydrid in der Glühhitze durch Natrium:

$$\underset{\text{Borsäureanhydrid}}{2B_2O_3} + \underset{\text{Natrium}}{6Na_3} = \underset{\text{Natriumborat}}{2Na_3BO_3} + 2B$$

2) Man leitet einen Strom von Borchlorid über geschmolzenes Alumnium:

$$\underset{\text{Aluminium}}{2Al} + \underset{\text{Borchlorid}}{2BCl_3} = \underset{\text{Alumniumchlorid}}{Al^{VI}Cl_6} + 2B$$

3) Man setzt Borsäureanhydrid mit Aluminium einer starken Hitze aus:

$$\underset{\text{Aluminium}}{2Al} + \underset{\text{Borsäureanhydrid}}{B_2O_3} = \underset{\text{Aluminiumoxyd.}}{Al^{VI}O_3} + 2B$$

Bor- und Sauerstoff.

Borsäureanhydrid. B_2O_3, wird erhalten, wenn man Borsäure bis über die Rotglühhitze erhitzt:

$$2H_3BO_3 - 3H_2O = B_2O_3.$$

Borsäure bis zu 100° erwärmt, verliert 1 Molek. Wasser und geht in die Anhydrosäure über:

$$H_3BO_3 - H_2O = \underset{\text{Monohydrische Borsäure.}}{HBO_2}$$

Bis zur Rotglühhitze gebracht, bildet sie unter Verlust

von Wasser eine zweite Anhydrosäure von der Zusammensetzung $H_2 B_4 O_7$

$$4 H_3 BO_3 - 5 H_2 O = \underset{\text{Dihydrische Tetraborsäure.}}{H_2 B_4 O_7}$$

Kohlenstoff. Carbonium. C.

Atomgewicht = 12.

Sumpfgas, Grubengas, Methylwasserstoff oder leichtes Kohlenwasserstoffgas, CH_4, erhält man im reinen Zustande durch vorsichtiges Erhitzen von 10 Tln. Natriumacetat mit 30 bis 40 Tln. Calciumhydroxyd:

$$\underset{\text{Natriumacetat}}{Na_2 C_4 H_6 O_4} + \underset{\text{Calciumhydroxyd}}{Ca H_2 O_2} =$$

$$\underset{\text{Natriumcarbonat}}{Na_2 CO_3} + \underset{\text{Calciumcarbonat}}{Ca CO_3} + \underset{\text{Sumpfgas}}{2 CH_4}$$

Aethylen, ölbildendes Gas, oder schweres Kohlenwasserstoffgas: $C_2 H_4$, erhält man durch Erhitzen eines Gemenges von 1 Tl. Alkohol mit 5—6 Tln. conc: Schwefelsäure:

$$\underset{\text{Alkohol}}{C_2 H_6 O} - H_2 O = \underset{\text{Aethylen.}}{C_2 H_4}$$

Kohlenstoff und Sauerstoff.

Kohlensäureanhydrid, CO_2, erhält man durch Zersetzung eines kohlensauren Salzes, z. B. Calciumcarbonat (Marmor, Kreide) mit einer Säure:

$$\underset{\text{Calciumcarbonat}}{Ca CO_3} + \underset{\text{Salzsäure}}{2 HCl} = \underset{\text{Calciumchlorid.}}{Ca Cl_2} + H_2 O + CO_2$$

Kohlenoxyd, CO, wird erhalten durch Erhitzen von krystallisirter Oxalsäure mit Schwefelsäure:

$$\underset{\text{Oxalsäure}}{H_2 C_2 O_3 . 2 aq} + H_2 SO_4 =$$

$$\underset{\text{Verdünnte Schwefelsäure}}{(H_2 SO_4 . 3 aq)} + \underset{\text{Kohlensäureanhydrid.}}{CO_2} + CO$$

Kohlenstoff und Stickstoff.

Cyan, $C_2 N_2 = \left.\begin{matrix} CN \\ CN \end{matrix}\right\} = Cy_2$ stellt man durch Erhitzen von Quecksilbercyanid dar:

$$\underset{\text{Quecksilbercyanid}}{Hg Cy_2} = \underset{\text{Quecksilber.}}{Hg} + 2 Cy$$

Cyan und Wasserstoff.

Die **Cyanwasserstoff- oder Blausäure** HCN oder $\left.\begin{matrix}H\\Cy\end{matrix}\right\}$ wird dargestellt durch Erhitzen von Quecksilbercyanid mit Chlorwasserstoff:

$$2\,HCl + \underset{\text{Hg-cyanid}}{Hg\,Cy_2} = \underset{\text{Hg-chlorid.}}{Hg\,Cl_2} + 2\,H\,Cy$$

Prozeß der Reinigung des Leuchtgases durch die Laming'sche Masse:

$$\underset{\text{Eisenhydroxid}}{F^{VI}\,(HO)_6} + \underset{\text{Ca-hydroxyd}}{Ca\,(HO)_2} + \underset{\text{Ca-sulfat.}}{Ca\,SO_4} +$$

$$+ 2\,CO_2 + 2\,H_3\,N + 3\,H_2\,S =$$

$$= \underset{\text{Eisensulfid}}{FS_3} + \underset{\text{Ammoniumsulfat}}{(H_4\,N)'_2\,SO_4} + \underset{\text{Calciumcarbonat.}}{2\,Ca\,CO_3} +$$

$$+ 6\,H_2\,O.$$

Kiesel. Silicium. Si.

Atomgewicht = 28.

Si erhält man u. a. durch Glühen von Kaliumsiliciumfluorid mit Kalium:

$$\underset{\text{Kaliumsiliciumfluorid.}}{\left.\begin{matrix}K_2\\Si\end{matrix}\right\}Fl_4} + 4\,K = K\,Fl + Si$$

Aufgaben.

Wie viel Kieselfluorkalium ist durch K zu zersetzen, um 6,5 Tl. Si zu erhalten?

Auflösung.

Vorhergehender chem. Prozeß besagt uns, daß man mit je einem Mol. Kieselfluorkalium — 1 At. Si erhält; folglich ergibt sich:

$$\begin{array}{rcl} 2\,K = 2\,.\,39 = & 78 & \\ Si = & 28 & \quad Si = 28 \\ 6\,Fl = 6\,.\,19 = & 114 & \\ \hline K_2\,Si\,Fl_6 = & 220 & \end{array}$$

also: $28 : 220 = 6{,}5 : x$

$x = 51{,}07$ Grm. Si.

Silicium und Wasserstoff.

Siliciumwasserstoff, $Si\,H_4$, erhält man, wenn man Siliciummagnesium in ein Glas mit HCl wirft:

$$\underset{\text{Siliciummagnesium}}{Mg_2\,Si} + 4\,HCl = \underset{\text{Mg-chlorid}}{2\,Mg\,Cl_2} + Si\,H_4$$

Silicium und Sauerstoff.

Kieselsäure, $H_4\,Si\,O_4$, erhält man gallertartig bei der Einwirkung von $H_2\,O$ und auf Kieselfluorid, $Si\,Fl_4$:

$$3\,Si\,Fl_4 + 4\,H_2\,O = \underset{\text{Kieselfluorwasserstoff.}}{2\,H_2\,Si\,Fl_6} + H_4\,Si\,O_4$$

Silicium und Chlor.

Siliciumchlorid oder **Chlorsilicium**, $Si\,Cl_4$ wird dargestellt, indem man trockenes Cl über ein rotglühendes Gemenge von $Si\,O_2$ und Kohle leitet:

$$\underset{\text{Kieselsäureanhydrid.}}{Si\,O_2} + 4\,H\,Fl = 2\,H_2\,O + Si\,Fl_4$$

Durch $H_2\,O$ wird das Fluorsilicium in Kieselsäure und eine andere Säure, der sogenannten Kieselfluorwasserstoffsäure, $H_2\,Si\,Fl_6$, zersetzt:

$$\underset{\text{Si-fluorid}}{3\,Si\,Fl_4} + 4\,H_2\,O = \underset{\text{Kieselsäure}}{H_4\,Si\,O_4} + \underset{\text{Kieselfluorwasserstoffsäure.}}{2\,H_2\,Si\,Fl_6}$$

Bei der Einwirkung auf Basen bildet die Kieselfluorwasserstoffsäure durch doppelte Zersetzung — Doppelfluoride, z. B.:

$$\left.\begin{matrix}H_2\\Si\end{matrix}\right\}Fl_6 + \underset{\text{Kaliumhydroxyd}}{2\,KHO} = \underset{\text{Kaliumsiliciumfluorid.}}{\left.\begin{matrix}K_2\\Si\end{matrix}\right\}Fl} + 2\,H_2\,O$$

II. Die elektropositiven Elemente oder Metalle.

Kalium. Kalium. K.

Atomgewicht = 39.

Gewinnung: Durch starkes Glühen eines Gemenges von Kaliumcarbonat mit Kohle:

$$K_2CO_3 + 2C = 3CO + 2K$$

Kaliumcarbonat Kohle Kohlenoxyd.

Kaliumhydroxyd (**Kalihydrat**), KHO, od. kaustisches Kali, Aetzkali genannt, erhält man durch Erhitzen einer Lösung von Kaliumcarbonat bis zum Sieden, unter Zugabe von $\frac{2}{3}$ gebranntem, mit Wasser zu einem dünnen Brei abgelöschtem Kalk:

$$K_2CO_3 + CaH_2O_2 = CaCO_3 + 2KHO$$

Calciumhydroxyd Calciumcarbonat.

Kaliummonosulfid oder **Kaliumsulfid**, K_2S, stellt man dar durch Glühen von Kaliumsulfat mit Kohle:

$$K_2SO_4 + 4C = 4CO + K_2S$$

Kaliumsulfat.

Kaliumhydrosulfid, KHS, ist in Lösung enthalten, wenn man eine Lösung von Kaliumhydroxyd mit Schwefelwasserstoff sättigt:

$$KHO + H_2S = H_2O + KHS$$

Kaliumhydroxyd Schwefelwasserstoff Kaliumhydrosulfid.

Kaliumjodid oder **Jodkalium** KJ, bildet sich, wenn man in eine conc. Lösung von Kaliumhydroxyd so lange Jod einträgt, bis die Lösung gelb gefärbt bleibt:

$$6J + 6KHO = 3H_2O + KJO_3 + KJ$$

Kaliumhydroxyd Kaliumjodat Kaliumjodid

Kaliumcyanid oder **Cyankalium**, KCN oder KCy, dessen gewöhnlichste Darstellung ist die aus dem gelben Blutlaugensalz (Kaliumferrocyanid) durch Entwässern u. Schmelzen:

$$K_4Fe''Cy_6 = FeCy_2 + 2N + 4KCy$$

Kaliumferrocyanid Kohlenstoffeisen.

Kaliumhypochlorit (**unterchlorigsaures Kali**) KClO; eine Lösung dieses Salzes mit Kaliumchlorid ist

bekannt unter dem Namen „Eau de Javelle" als Bleichwasser und wird dargestellt, indem man Chlorkalk mit Wasser auszieht und die Flüssigkeit mit Kaliumcarbonat behandelt, wobei sich Calciumcarbonat ausscheidet:

$$[Ca(ClO)_2 + CaCl_2] + 2K_2CO_3 =$$
Chlorkalk — Kaliumcarbonat

$$2CaCO_3 = 2KClO = 2KCl$$
Calciumcarbonat — Kaliumhypochlorit — Kaliumchlorid.

Kaliumchlorat (chlorsaures Kali), $KClO_3$.

Darstellung: Kalkmilch mit Chlor sättigen und das hiebei entstandene Calciumchlorat durch Kaliumchlorid zersetzen:

$$Ca(ClO_3)_2 + 2KCl = CaCl_2 + 2KClO_3.$$
Calciumchlorat — Kaliumchlorid. — Calciumchlorid. — Kaliumchlorat.

Oder man leitet in eine erwärmte Aetzkalilösung so lange Chlor, als dieses noch aufgenommen wird; so erhält man beim Erkalten der Flüssigkeit perlmutterglänzende Schuppen von chlorsaurem Kali, während Chlorkalium in Lösung bleibt:

$$6KHO + 6Cl = KClO_3 + 5KCl + 3H_2O$$
Kaliumhydroxid — Kaliumchlorat — Kaliumchlorid

Aufgabe.

Es sollen 120 Gramm chlorsaures Kali aus Kalilauge und Chlor dargestellt werden. — Wie viel Braunstein ist durch Salzsäure zu zersetzen, um das nötige Chlor zu liefern?

Auflösung. Der chemische Prozeß der Darstellung des Chlors aus Braunstein und Salzsäure sagt uns, daß man vermittelst je 1 Molek. Braunstein durch Zersetzung mittelst Salzsäure — je 2 At. Chlor erhält; nun braucht man aber nach Vorgehendem bei der Bereitung von Kaliumchlorat je 6 At. Chlor zur Gewinnung von 1 Molek. chlorsaurem Kali, folglich braucht man zur Bildung von diesem einen Molek. chlorsaurem Kali 3 Molek. Braunstein zur Lieferung der nötigen Chlormenge und wir haben:

K =	39		
Cl =	35,5	3 Mn = 3 . 55 =	165
3 O = 3 . 16 =	48	6 O = 6 . 16 =	96
$KClO_3$ =	122,5	$3MnO_2$ =	261

daher 122,5 : 261 = 120 : x

x = 255,67 Grm. Braunstein.

Saures Kaliumcarbonat, $\left.\begin{matrix}H\\K\end{matrix}\right\}CO_3$ setzt sich in Krystallen ab, wenn man Kohlensäureanhydrid durch eine conc. Lösung von Kaliumcarbonat leitet:

$$\underset{\text{Kaliumcarbonat}}{K_2CO_3} + H_2O + \underset{\text{Kohlensäureanhydrid}}{CO_2} = 2\left.\begin{matrix}H\\K\end{matrix}\right\}CO_3.$$

Natrium. Natrium. Na.

Atomgewicht = 23.

Natriumoxyd (Natronhydrat) od. **Aetznatron** $NaHO$.

Darstellung. Eine Lösung von 3 Tln. Soda (krystallisirtes Natriumcarbonat) in 15 Tln. Wasser bis zum Sieden erhitzt und darauf 1 Thl. gebrannten Kalk mit drei Tln. Wasser gelöscht (Calciumhydroxyd), in kleinen Portionen zusetzt:

$$\underset{\text{Natriumcarbonat}}{Na_2CO_3} + \underset{\text{Calciumhydroxyd}}{CaH_2O_2} = \underset{\text{Calciumcarbonat}}{CaCO} = 2NaHO$$

Natriumhyposulfit (unterschwefligsaures Natron) $Na_2S_2O_3$.

Darstellung. Durch Einleiten von Schwefeligsäureanhydrid in eine Auflösung von Natriumsulfid:

$$\underset{\text{Natriumsulfid}}{2Na_2S} + 3SO_2 = \underset{\text{Natriumhyposulfit.}}{2Na_2S_2O_3} + S$$

In hoher Temperatur wird dieses Salz zersetzt:

$$\underset{\text{Natriumhyposulfit}}{4Na_2S_2O_3} = \underset{\text{Natriumsulfat}}{3Na_2SO_4} + \underset{\text{Natriumpentasulfid.}}{Na_2S_5}$$

Mit Chlor bei Gegenwart von Wasser wird es ebenfalls zersetzt:

$$\underset{\text{Natriumhyposulfit}}{Na_2S_2O_3} + 8Cl + 5H_2O = 2\underset{\text{Saures Natriumsulfat.}}{\left.\begin{matrix}H\\Na\end{matrix}\right\}SO_4} + 8HCl$$

Natriumtetraborat oder der **Borax:** $Na_2B_4O_7$ wird in neuerer Zeit durch Neutralisation der toskanischen Borsäure mit Natriumcarbonat dargestellt:

$$\underset{\text{Natriumcarbonat}}{Na_2CO_3} + \underset{\text{Borsäure}}{4H_3BO_3} = \underset{\text{Kohlensäureanhydrid.}}{CO_2} + 6H_2O + Na_2B_4O_7.$$

Natriumcarbonat, normales: Na_2CO_3 **(Soda).**

Die Darstellung derselben nach der Methode von Leblanc läuft in zwei Phasen, die zugleich zwei verschiedene

Operationen bilden, ab. Die erste besteht in der Einwirkung von Schwefelsäure auf Kochsalz.

$$\underset{\text{Natriumchlorid}}{2\,NaCl} + H_2SO_4 = 2\,HCl + \underset{\text{Normales Natriumsulfat.}}{Na_2SO_4}$$

Die zweite besteht in der Reduktion des Natriumsulfats zu Natriumsulfid und zugleich in dessen doppeltem Austausch mit Calciumcarbonat:

$$\underset{\text{Natriumsulfat}}{Na_2SO_4} + \underset{\text{Kohle}}{2\,C} = \underset{\text{Kohlensäureanhydrid}}{2\,CO_2} + \underset{\text{Natriumsulfid.}}{Na_2S}$$

$$\underset{\text{Natriumsulfid}}{Na_2S} + \underset{\text{Calciumcarbonat}}{CaCO_3} = \underset{\text{Calciumsulfid}}{CaS} + \underset{\text{Natriumcarbonat}}{NaCO_3}$$

Bei der Bearbeitung der Masse in den Flammöfen verbindet sich das Calciumsulfid mit Kalk zu einer unlöslichen Doppelverbindung:

$$2\,CaS + 2\,CaO,$$

so daß durch obige Gleichung die Theorie des Verfahrens wohl richtig erklärt ist, in der Praxis aber der Vorgang thatsächlich in einer Weise vor sich geht, die durch nachstehende Gleichung ausgedrückt wird:

$$5\,Na_2SO_4 + 10\,C + 7\,CaCO_3 =$$
$$(5\,CaS + CaO) + 12\,CO + 5\,Na_2CO_3$$

Aufgaben.

1. Wie viel Prozent Wasser enthält die krystallisirte Soda:

Auflösung.

$$\begin{aligned} 2\,Na &= 2 \cdot 23 = 46 \\ C &= 12 \\ 3\,O &= 3 \cdot 16 = 48 \\ 20\,H &= 20 \cdot 1 = 20 \\ 10\,O &= 10 \cdot 16 = 160 \\ \hline Na_2CO_3 + 10\,H_2O &= 286 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 20\,H &= 20 \\ 10\,O &= 160 \\ \hline 10\,H_2O &= 180 \end{aligned}$$

daher: $286 : 180 = 100 : x$

$x = 629$ Prozent Wasser.

2. Wie viel Pfund krystallisirte Soda erhält man nach dem Leblanc'schen Verfahren aus 527 Pfund Kochsalz?

Aus obigem chemischen Prozesse ist ersichtlich, daß man aus je 10 Molek. Kochsalz nach vorausgegangener Zersetzung

und unter Mitwirkung von Kohle und Calciumcarbonat je 5 Molek. Na-carbonat erhält, folglich haben wir:

$$\begin{array}{rl} 10\,Na = 10\,.\,23 &= 230 \\ 10\,Cl = 10\,.\,35.5 &= 355 \\ \hline 10\,Na\,Cl = & \quad 585 \end{array}$$

$$\begin{array}{rl} 10\,Na = 10\,.\,23 &= 230 \\ 5\,C = 5\,.\,12 &= 60 \\ 15\,O = 15\,.\,16 &= 240 \\ \hline 5\,Na_2\,CO_3 = & \quad 530 \end{array}$$

nun ist aber krystallisirte Soda in Frage, also kommen auf je 1 Molek. Soda noch 10 Molek. Wasser; folglich:

$$\begin{array}{rl} 5\,Na_2\,CO_3 = & \quad 530 \\ 100\,H = 100\,.\,1 &= 100 \\ 50\,O = 50\,.\,16 &= 800 \\ \hline 5\,Na_2\,CO_3 + 10\,H_2\,O &= 1430 \end{array}$$

daher: $1430 : 585 = x : 527$

$x = 1288{,}22$ Pfd. krystallis. Soda.

Saures (zweifach kohlensaures) Natron: $\left.\begin{matrix}H\\Na\end{matrix}\right\}CO^3$.

Darstellung. Einleiten von Kohlensäureanhydrid in ein inniges Gemenge von 1 Tl. krystallisirtem 3 Tln. entwässerten Natriumcarbonat:

$$Na_2CO_3 + 10H_2O + 9Na_2CO_3 + 10\,CO_2 = 20\left.\begin{matrix}H\\Na\end{matrix}\right\}CO_3.$$

Ammonium. Ammonium. Am.

Das freie Ammonium, d. h. ein Molek. Ammonium: $N\,H_4 = \left.\begin{matrix}NH_4\\NH_4\end{matrix}\right\} = Am_2$ erhält man durch Behandlung von Ammoniumchlorid mit Kaliumammonium in zugeschmolzenen Glasröhren bei niederer Temperatur. Eine Legierung des Ammoniums mit Quecksilber, das Ammoniumamalgam, erhält man durch doppelte Zersetzung bei Einwirkung von Natriumamalgam auf eine conc. Lösung von Amoniumchlorid:

$$\underset{\text{Natriumamalgam}}{Hg_x\,Na} + \underset{\text{Ammoniumchlorid}}{NH_4\,Cl} = \underset{\text{Natriumchlorid}}{Na\,Cl} + \underset{\text{Ammoniumamalgam.}}{Hg_x\,NH_4}$$

Ammoniumsulfid und **Ammoniumhydrosulfid.**
Ersteres $(NH_4)_2\,S$, erhält man, wenn man 2 Vol. Schwefel-

wasserstoffgas und 4 Vol. trockenes Ammoniakgas bei niederer Temperatur mit einander mischt.

Ammoniumhydrosulfid $(NH_4)'HS$ erhält man, wenn man ein Strom Schwefelwasserstoffgas in verdünnte Ammoniakflüssigkeit leitet:

$$\underset{\text{Schwefelwasserstoff.}}{H_2S} + \underset{\text{Ammoniak.}}{H_3N} = \underset{\text{Ammoniumhydrosulfid.}}{(NH_4)'HS}$$

Fügt man dieser Verbindung noch eine gleiche Menge Ammoniak hinzu, so bildet sich Ammoniumsulfid:

$$\underset{\text{Ammoniumhydrosulfid}}{(NH_4)'HS} + \underset{\text{Ammoniak}}{H_3N} = \underset{\text{Ammoniumsulfid}}{(NH_4)'_2S}$$

Ammoniumchlorid (salzsaures Ammoniak) od. **Salmiak:** H_4NCl, kann dargestellt werden durch Sublimation von Amoniumsulfat mit Natriumchlorid:

$$(NH_4)'_2SO_4 + 2NaCl = Na_2SO_4 + 2NH_4Cl.$$

Ammoniumsesquicarbonat (Hirschhornsalz): $(NH_4)'_4C_3O_8$ erhält man durch Sublimation eines Gemenges von Calciumcarbonat (Kreide) und Amoniumsulfat in thörnernen oder gußeisernen Retorten:

$$\underset{\text{Ammoniumsulfat.}}{3(NH_4)'_2SO_4} + \underset{\text{Calciumcarbonat.}}{3CaCO_3} =$$

$$\underset{\text{Calciumsulfat}}{3CaSO_4} + \underset{\text{Wasser}}{3H_2O} + \underset{\text{Ammoniak}}{2NH_3} + (NH_4)'C_3O_8.$$

Calcium. Calcium. Ca.

Atomgewicht = 40.

Calciumoxyd, Kalk oder **Aetzkalk:** CaO erhält man durch Glühen des reinen Carbonats, z. B. des weißen Marmors:

$$\underset{\text{Calciumcarbonat}}{CaCO_3} = \underset{\text{Kohlensäureanhydrid}}{CO} + CaO$$

Calciummonosulfid: CaS, entsteht durch Reduction von Calciumsulfat mit Kohlen- oder Wasserstoff:

a) $\underset{\text{Calciumsulfat}}{CaSO_4} + \underset{\text{Kohle}}{4C} = CaS = \underset{\text{Kohlenoxyd}}{4CO}$

b) $CaSO_4 + 8H = CaS + 4H_2O.$

In Wasser zersetzt sich das Calciummonosulfid:

$$2CaS + 2H_2O = \underset{\text{Calciumhydroxyd}}{CaH_2O_2} + \underset{\text{Calciumhydrosulfid.}}{CaH_2S_2}.$$

Chlorkalk oder **Bleichkalk** d. i. ein Gemenge von Calciumhypochlorit, Chlorcalcium und Calciumhydroxyd, erhält man durch Leiten von Chlorgas auf Calciumhydroxyd:

$$2\,CaH_2O_2 + 4\,Cl = Ca(ClO)'_2 + CaCl_2 + 2\,H_2O$$

Calciumhydroxyd — Calciumhypochorit — Calciumchlorid

Zersetzung des Chlorkalks durch Schwefelsäure:

$$[CaCl_2 + Ca(ClO)_2] + 2\,H_2SO_4 =$$
$$2\,CaSO_4 + 2\,HCl + 2\,HClO$$

die freigewordene Chlorwasserstoffsäure und unterchlorige Säure zersetzen sich weiters:

$$2\,HCl + 2\,HClO = 2\,H_4O + 3\,Cl.$$

Baryum. Barium. Ba.

Atomgewicht = 137.

Bariumsulfid: Ba S, wird durch Reduktion des Bariumsulfats gewonnen:

$$BaSO_4 + C = BaS + CO$$

Bariumsulfat — Kohle — Kohlenoxyd

Der Glührückstand gibt, mit kochendem Wasser behandelt, eine gelbliche Lösung, die Bariumhydroxyd uud Bariumhydrosulfid enthält:

$$2\,BaS + 2\,H_2O = BaH_2O_2 + CaH_2S_2$$

Aluminium. Aluminium. Al.

Atomgewicht = 27,5.

Man gewinnt das Metall durch Erhitzen von Aluminiumchlorid mit Natrium:

$$Al^{VI}Cl_6 + 6\,Na = 6\,NaCl + 2\,Al$$

Aluminiumchlorid — Natriumchlorid

Vorteilhafter wendet man statt Aluminiumchlorid Kryolith (Natrium — Aluminiumfluorid) an:

$$\left.\begin{matrix}Na_6\\ Al^{IV}\end{matrix}\right\} Fl_{12} + 6\,Na = 12\,NaFl + 2\,Al$$

Das Aluminium löst sich leicht in Salzsäure; auch in Lösungen starker Basen, z. B. in Kalium- nnd Natriumhydroxyd löst es sich, wobei sich unter Wasserstoffentwicklung alkalische Aluminiumverbindungen (Aluminate) bilden.

$$6\,NaHO + 2\,Al = Na_6\,Al^{VI}\,O_6 + 6\,H$$

Natriumhydroxyd Natriumaluminat

Kaliumaluminiumsulfat od. gewöhnlicher Alaun:

$$\left.\begin{matrix}K_2\\Al^{VI}\end{matrix}\right\}(SO_4)''_4\ 24\ aq.$$

Darstellung desselben aus Alaunstein:

Dies in Italien und Ungarn vorkommende Mineral ist ein Doppelsalz von Kaliumsulfat und Aluminiumdrittelsulfat, welches sich beim Glühen in Alaun, Aluminiumoxyd und Wasser zersetzt:

$$\left(K_2SO_4 + Al^{VI}\left\{\begin{matrix}(HO)'_4\\SO_4\end{matrix}\right.\right) = \left.\begin{matrix}K_2\\Al^{VI}\end{matrix}\right\}(SO_4)''_4 = 2Al^{VI}O_3 + 6H_2O$$

Feldspathe, das sind Verbindungen von Aluminiumsilicat und Alkalisilicaten. Die Verwitterung des Feldspaths läßt sich, wenn man die intermediären Produkte, welche sich bei der Einwirkung von Wasser und Kohlensäureanhydrid auf denselben bilden, vernachlässigt, durch folgende Gleichung ausdrücken:

$$\left.\begin{matrix}K_2\\Al^{VI}\end{matrix}\right\}Si_6\,O^{16} + 10\,H_2\,O + CO_2 =$$

Feldspath $Al^{VI}\,Si_2\,O_7\ 2\,aq + 4\,H_4\,Si\,O + K_2\,CO_3$.

Aluminiumsilicat Kaliumcarbonat

Das hiebei entstandene Aluminiumsilicat entspricht der Zusammensetzung: $Al^{VI}Si_2\,O_7\,.\,2\,aq = Al^{VI}\left\{\begin{matrix}(HO)'_2\\(SiO_3)_2\end{matrix}\right\}.\ aq$ oder weicht davon nur wenig ab und heißt Thon.

Magnesium. Magnesium. Mg.

Atomgewicht = 24.

Magnesiumhydroxyd: $Mg\,H_2\,O_2$, stellt man durch Fällen eines Magnesiasalzes vermittelst Natriumhydroxyd dar: $Mg\,SO_4 + 2\,NaHO = Na_2\,SO_4 + Mg\,H_2\,O_2$.

Dreiviertel Magnesiumcarbonat:

$Mg_4\left\{\begin{matrix}(HO)'_2\\(CO_3)_3\end{matrix}\right.$. 3 aq findet als weiße Magnesia, Magnesia alba, ausgedehnte medicinische Anwendung, und wird dargestellt, indem man eine kochende Lösung von Magnesiumsulfat mit Natriumcarbonat fällt, den Niederschlag auswäscht und trocknet:

$$Mg SO_4 + 4 Na_2 CO_3 + 4 H_2 O =$$

$$4 Na_2 SO_4 + Mg_4 \left\{ \begin{matrix} (HO)'_2 \\ (CO_3)''_3 \end{matrix} \right. . 3 aq. = CO_2.$$

Weiße Magnesia.

Eisen. Ferrum. Fe.

Atomgewicht = 56.

Eisenhydroxyd oder Ferrihydroxyd (Eisenoxydhydrat): $Fe^{VI} H_6 O_6$, stellt man durch Fällung der Lösung eines Ferrisalzes mit Amoniak dar:

$$\underset{\text{Ferrichlorid}}{Fe^{VI} Cl_6} + \underset{\text{Ammoniak}}{6 NH_3} + 6 H_2 O = \underset{\text{Ammoniumchlorid}}{6 NH_4 Cl} + Fe^{VI} H_6 O_6.$$

Läßt man auf die Ferrisalze ein reducierendes Mittel wirken, so gehen sie in Ferrosalze über, wobei 1 Molek. Säure frei wird; z. B.:

$$\underset{\text{Ferrisulfat}}{Fe^{VI} (SO_4)''_3} + 2 H = H_2 SO_4 + \underset{\text{Ferrosulfat}}{2 Fe'' SO_4}.$$

Kaliumferrocyanid oder Kaliumeisencyanür:

$$\left. \begin{matrix} K_4 \\ Fe'' \end{matrix} \right\} Cy_6 . 3 aq$$

gewöhnlich gelbes Blutlaugensalz genannt, wird im Großen dargestellt, indem man Pottasche in einem eisernen Kessel schmilzt und in die geschmolzene Masse stickstoffhaltige Stoffe, z. B. Lederabfälle, Hornspäne, getrocknetes Blut u. dgl. im verkohlten oder unverkohlten Zustande, mit Eisenspäne gemengt, in kleinen Portionen einträgt. Während des Schmelzens des Gemenges entweicht der Stickstoff der organischen Materie teils als Ammoniak, teils aber bildet er, wie unter ähnlichen Umständen immer, Kaliumcyanid. — Der S der Tiersubstanzen und der durch die Kohle zu Sulfiden reducierten Sulfate der rohen Potasche geben mit dem Eisen Eisenmonosulfid. Wird die Schmelze hierauf mit warmem Wasser behandelt, so bildet sich unter Entwicklung von H Blutlaugensalz, indem das Kaliumcyanid auch auf das noch vorhandene metallische Eisen einwirkt:

a. $$Fe'' S + 6 K Cy = \left. \begin{matrix} Fe'' \\ K_4 \end{matrix} \right\} Cy_6 + K_2 S$$

b. $$Fe + 6 K Cy + 2 H_2 O =$$

$$\left. \begin{matrix} K_4 \\ Fe'' \end{matrix} \right\} Cy_6 + 2 KHO + H$$

Kaliumferricyanid oder Kaliumeisencyanid:

$\left.\begin{matrix} K_6 \\ Fe^{VI} \end{matrix}\right\} Cy^{12}$, auch rotes Blutlaugensalz genannt, erhält man, indem man in eine kaltgesättigte Lösung von Kaliumferrocyanid so lange Chlor einleitet, bis ein Tropfen der Flüssigkeit mit verdünnter Ferrichloridlösung keinen blauen Niederschlag gibt. — Das Chlor führt hier wie jede andere Ferroverbindung das Ferrocyanid in eine Ferriverbindung über:

$$2 \left.\begin{matrix} K_4 \\ Fe'' \end{matrix}\right\} Cy_6 + Cl_2 = \left.\begin{matrix} K_6 \\ Fe^{VI} \end{matrix}\right\} Cy^{12} + 2\,K\,Cl.$$

Aufgabe.

Wie viel Kaliumferricyanid erhält man durch hinreichendes Einleiten von Chlor in eine Auflösung von 200 Grm. Kaliumferrocyanid?

Auflösung Nach vorhergehendem Prozesse haben wir;

$$\begin{array}{rrcrcl} & 8\,K & = & 8\,.\,39 & = & 312 \\ & 2\,Fe & = & 2\,.\,56 & = & 112 \\ 12\,Cy = \Bigg\{ & 12\,C & = & 12\,.\,12 & = & 144 \\ & 12\,N & = & 12\,.\,14 & = & 168 \\ \hline 2 \left.\begin{matrix} K_4 \\ Fe'' \end{matrix}\right\} & Cy_6 & = & & & 736 \end{array}$$

$$\begin{array}{rrcrcl} & 6\,K & = & 6\,.\,39 & = & 234 \\ & 2\,Fe & = & 2\,.\,56 & = & 112 \\ 12\,Cy = \Bigg\} & 12\,Ce & = & 12\,.\,12 & = & 144 \\ & 12\,N & = & 12\,.\,14 & = & 168 \\ \hline \left.\begin{matrix} K_6 \\ F^{VI} \end{matrix}\right\} & Cy & = & & & 658 \end{array}$$

$736 : 658 = 200 : x$

$x = 178,8$ Grm. Kaliumferricyanid.

Ferroferricyanid oder Berlinerblau:

$\left.\begin{matrix} Fe''_3 \\ F^{VI} \end{matrix}\right\} Cy\ 18$

Läßt man 3 Molekulargewichte Kaliumferricyanid auf 2 Molekulargewichte Ferrichlorid oder ein normales Ferrisalz wirken, so entsteht ein unlöslicher, also auch in sehr

verdünnten Flüssigkeiten entstehender Niederschlag von schön blauer Farbe, d. i. das Berlinerblau:

$$3 \left.\begin{matrix} K_4 \\ Fe'' \end{matrix}\right\} Cy_6 + 2\,Fe^{VI}\,Cl_6 = \left.\begin{matrix} Fe''_3 \\ Fe^{VI} \end{matrix}\right\} Cy_{18} + 12\,K\,Cl$$

Bringt man eine wässerige Lösung von 2 Molekülargewichten Kaliumferrocyanid mit einer solchen von 1 Molekülargewicht Ferrichlorid zusammen, so erhält man einen ganz ähnlichen Niederschlag, der aber etwas kaliumhaltig ist und sich beim Auswaschen mit dunkelblauer Farbe in Wasser löst; dies ist das sogenannte lösliche Berlinerblau. Seine Bildung geht nach folgender Gleichung vor sich:

$$2 \left.\begin{matrix} K_4 \\ Fe \end{matrix}\right\} Cy_6 + Fe^{VI}\,Cl_6 = Fe_2 \left.\begin{matrix} K_2 \\ Fe^{VI} \end{matrix}\right\} Cy_{12} + 6\,K\,Cl.$$

Turnullblau: $\left.\begin{matrix} Fe''_3 \\ Fe^{VI} \end{matrix}\right\} Cy_{12}$

Füllt man die Lösung eines Ferrosalzes mit Kaliumferricyanid, so erhält man einen schön blauen Niederschlag, welcher die größte Aehnlichkeit mit dem Berlinerblau zeigt, von diesem sich aber durch seine Zusammensetzung und seine dunklere Farbe unterscheidet:

$$\left.\begin{matrix} K_6 \\ Fe^{VI} \end{matrix}\right\} Cy_{12} + 3\,Fe''\,Cl = \left.\begin{matrix} Fe''_3 \\ Fe^{VI} \end{matrix}\right\} Cy_{12} + 6\,K\,Cl.$$

Mangan. Manganum. Mn.

Atomgewicht = 55.

Manganhydroxydul od. **Manganohydroxyd**: $Mn''\,H_2\,O_2$, entsteht durch Fällung eines löslichen Mangansalzes mit einem Alkali als amorpher weißer Niederschlag:

$$\underset{\text{Manganosulfat}}{Mn\,SO_4} + \underset{\text{Kaliumhydroxyd}}{2\,K\,H\,O} = \underset{\text{Norm. Kaliumsulfat}}{K_2\,S\,O_4} + Mn\,H_2\,O_2$$

Manganhydroxyd od. **Manganihydroxyd**: $Mn^{VI}\,H_6\,O_6$, ist nicht bekannt, man kennt nur das zweite Anhydrid desselben:

$Mn_2\,H_2\,O_4$, dasselbe erhält man künstlich durch Oxydation des Hydroxyduls an der Luft oder durch Behandeln von Manganisulfat mit Wasser:

$$Mn^{VI}\,(SO_4)''_3 + 4\,H_2\,O = 3\,H_2\,SO_4 + \underset{\text{Zweites Anhydroxyd des Mangans.}}{Mn_2\,H_2\,O_4}$$

Mangansuperoxyd od. **Mangandioxyd**: $Mn\,O_2$. Schwefelsäure und Mangansuperoxyd wirken bei Gegenwart organischer Stoffe leichter auf einander ein als sonst. Hiebei zerstört der frei werdende O die organische Materie. Dieses Verhalten benützt man, um in dem käuflichen Braunstein, welcher häufig andere, niedrigere Oxydationsstufen des Mn oder auch fremde Substanzen beigemengt enthält, den Gehalt an $Mn\,O_2$ zu finden. Man mischt denselben im feingepulverten Zustand mit einem Ueberschusse von Oxalsäure und Wasser, und läßt dann überschüssige Schwefelsäure hinzutreten. Es bilden sich Manganosulfat, Kohlensäureanhydrid und Wasser:

$$\underset{\text{Mangansuperoxyd}}{Mn\,O_2} + \underset{\text{Oxalsäure}}{H_2\,C_2\,O_4} + H_2\,SO_4 =$$

$$2\,H_2\,O + \underset{\text{Kohlensäureanhydrid}}{CO_2} + \underset{\text{Manganosulfat.}}{Mn''\,SO_4}$$

Kaliummanganat (mangansaures Kali): $K_2\,Mn\,O_4$, entsteht beim Glühen von gleichen Teilen Braunstein und Kaliumhydroxyd. Die grüne Auflösung desselben zersetzt sich schon beim Verdünnen mit Wasser in Mangansuperhydroxyd und Kaliumpermanganat:

$$\underset{\text{Kaliummanganat}}{3\,K_2\,Mn\,O_4} + 3\,H_2O =$$

$$\underset{\text{Mangansuperhydroxyd}}{Mn\,H_2\,O_3} + \underset{\text{Kaliumpermanganat}}{2\,K\,Mn\,O_4} + \underset{\text{Kaliumhydroxyd.}}{4\,K\,H\,O}$$

Kaliumpermanganat (übermangansaures Kali):

$K\,Mn\,O_4$, bildet sich außer auf obenerwähntem Wege auch, wenn ein niederes Oxyd des Mangans in Kalilauge suspendiert und mit Cl behandelt wird.

Vermischt man die Lösung von Kaliumpermanganat mit Kalilauge, so verwandelt ersteres sich unter Sauerstoffentwicklung in Kaliummanganat:

$$2\,K\,Mn\,O_4 + 2\,K\,H\,O = O + H_2\,O + 2\,K_2\,Mn\,O_4.$$

Die Lösung des Kaliumpermanganats findet in der Analyse zur maaßanalytischen Bestimmung des Eisens, der Oxalsäure und anderer Stoffe Anwendung.

Fügt man nämlich zu einer sauren Lösung eines Ferrosalzes oder von Oxalsäure eine Lösung von Kaliumpermanganat, so verschwindet die rote Farbe der letzteren Lösung

bis alles Ferrosalz in Ferrisalz übergeführt ist oder bis die Oxalsäure vollständig in Kohlensäureanhydrid verwandelt ist:

1) $\underset{\text{Kaliumpermanganat}}{2\,KMnO_4} + \underset{\text{Ferrosulfat}}{10\,FeSO_4} = 8\,H_2SO_4 =$

$\underset{\text{Ferrisulfat}}{5\,Fe_2(SO_4)''_3} + \underset{\text{Manganosulfat}}{2\,Mn''SO_4} + \underset{\text{Kaliumsulfat}}{K_2SO_4} + 8\,H_2O.$

2) $\underset{\text{Kaliumpermanganat}}{2\,KMnO_4} + \underset{\text{Oxalsäure}}{5\,H_2C_2O_4} + 3\,H_2SO_4 =$

$\underset{\text{Kohlensäureanhydrid}}{10\,CO_2} + \underset{\text{Manganosulfat}}{2\,Mn''SO_4} + \underset{\text{Kaliumsulfat}}{K_2SO_4} + 8\,H_2O.$

Man erkennt die Beendigung der Reaktion daran, daß die rothe Färbung, welche ein weiterer Zusatz von Kaliumpermanganat hervorbringt, nicht mehr verschwindet.

Chrom. Chromum. Cr.

Atomgewicht = 53,5.

Chromoxyd oder **Chromsesquioxyd**: $Cr^{VI}O_3$ erhält man durch Glühen des Mercurochromats:

$$\underset{\text{Mercurochromat}}{2\,Hg_2CrO_4} = \underset{\text{Quecksilber}}{Hg} + 5\,O + Cr^{VI}O_3.$$

Um die Verbindung krystallisirt darzustellen, leitet man dampfförmiges Chlorchromsäureanhydrid durch eine rotglühende Porzellanröhre:

$$\underset{\text{Chlorchromsäureanhydrid}}{2\,CrO_2Cl_2} = 4\,Cl + O + \underset{\text{Chromoxyd}}{Cr^{VI}O_3}$$

Das saure Kaliumchromat: $K_2Cr_2O_7$ oder $K_2\begin{cases}CrO_3\\CrO_7\end{cases}$ ist $2\left.\begin{matrix}H\\K\end{matrix}\right\}CrO_4 - H_2O$, daher zweifachsaures Kaliumanhydrochromat oder Kaliumbichromat genannt. Mit Schwefelsäure erhitzt, zerfällt es in Kaliumchromisulfat, Wasser u. O:

$$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 = 4H_2O + 3O + \left.\begin{matrix}K_2\\Cr^{VI}\end{matrix}\right\}(SO_4)''_4$$

Das Kaliumchromisulfat oder **Kalichromalaun**: $\left.\begin{matrix}K_2\\Cr^{VI}\end{matrix}\right\}(SO_4)''_4 \,.\, 24\,aq$ entsteht bei der Einwirkung reducierend wirkender Substanzen wie Alkohol, SO_2 u. s. w. auf eine mit H_2SO_4 versetzte Lösung von Kaliumbichromat:

$$\underset{\text{Kaliumbichromat}}{K_2Cr_2O_7} + H_2SO_4 + 3\,SO_2 + 24\,H_2O =$$

$$\left.\begin{matrix}K_2\\Cr^{VI}\end{matrix}\right\}(SO_4)''_4 \,.\, 24\,aq.$$

Zinn. Stannum. Sn.

Atomgewicht = 118.

Zinnbichlorid oder **Zinnchlorür**: $Sn'' Cl_2$, erhält man durch Behandeln von Zinn mit erwärmter Salzsäure. — Es wird im Großen bereitet und unter dem Namen Zinnsalz in den Handel gebracht. Durch vieles Wasser wird es zersetzt, wobei sich ein weißes, schwer lösliches basisches Salz abscheidet:

$$Sn'' Cl_2 + H_2 O = Sn'' \left\{ \begin{matrix} HO \\ Cl \end{matrix} \right. + HCl.$$

Antimon. Stibium. Sb.

Atomgewicht = 120.

Antimontetroxyd: $Sb_2 O_4$, erhält man durch Glühen von Antimonsäureanhydrid, wobei O frei wird. Man kann diese Verbindung als salzartiges Oxyd, d. h. als basisches Antimonanhydroantimonat (antimonsaures Antimonoxyd) betrachten:

$$Sb''' \left\{ \begin{matrix} (HO)'_2 \\ Sb O_3 \end{matrix} \right. - H_2O = Sb''' \left\{ \begin{matrix} O \\ Sb O_3 \end{matrix} \right.$$

Antimonpentasulfid: $Sb_2 S_5$. Behandelt man Antimontrisulfid mit S und Natriumcarbonat (auf trockenem oder nassem Wege), so entsteht das sogenannte Schlippe'sche Salz: $Na_3 Sb S_4$. Setzt man zur Auflösung desselben eine Säure, so schlägt sich das Pentasulfid nieder:

$$2 Na_3 Sb S_4 + 6 H Cl = 6 Na Cl + 3 H_2 S + Sb_2 S_5$$

Es löst sich auch leicht in den Hydroxyden und Sulfiden der Alkalimetalle unter Bildung von Sulfosalzen (Sulfoantimonaten) z. B.:

$$\underset{\text{Natriumsulfid}}{3 Na_2 S} + \underset{\text{Antimonpentasulfid}}{Sb_2 S_5} = \underset{\text{Natriumsulfantimonat}}{2 Na_3 Sb S_4}$$

$$\underset{\text{Natriumhydroxyd}}{18 Na HO} + \underset{\text{Antimonpentasulfid}}{4 Sb_2 S} = \underset{\text{Natriumantimonat}}{3 Na Sb O_3} + 9 H_2 O = \underset{\text{Natriumsulfantimonat}}{5 Na_3 Sb S_4}$$

Antimontrichlorid oder **Antimonchlorür**: $Sb''' Cl_3$, wird erhalten, wenn man Sb und Mercurichlorid der Sublimation unterwirft:

$$2 Sb + \underset{\text{Mercurichlorid}}{6 Hg Cl_2} = \underset{\text{Mercurochlorid}}{3 Hg'' Cl_2} + 2 Sb''' Cl_3.$$

Durch eine größere Menge Wasser wird es zersetzt, indem Chlorwasserstoff und ein weißer Niederschlag von Antimonoxychlorür:

$Sb''' \begin{cases} O \\ Cl \end{cases}$ entsteht:

$$Sb'' Cl_3 + H_2O = H Cl + Sb''' O Cl.$$

Quecksilber. Hydrargyrum. Hg.

Atomgewicht = 200.

Mercurochlorid oder **Quecksilberchlorür:** $Hg_2 Cl_2$, auch Chalomel genannt, findet sich in der Natur als Quecksilberhornerz. Gewöhnlich stellt man es in Fabriken im Großen auf trockenem Wege dar, indem man Mercurisulfat mit der gleichen darin enthaltenen Menge Quecksilber und der nöthigen Menge Natriumchlorid zusammenreibt und das Gemenge erhitzt:

$$\underset{\text{Mercurisulfat}}{Hg\,SO_4} + Hg + \underset{\text{Natriumchlorid}}{2\,Na\,Cl} = \underset{\text{Natriumsulfat}}{Na_2\,SO_4} + \underset{\text{Mercurochlorid}}{Hg''\,Cl_2}$$

Mercurichlorid oder **Quecksilberchlorid**: $Hg\,Cl_2$, gewöhnlich Aetzsublimat genannt, wird in Fabriken auf trockenem Wege dargestellt durch Sublimation eines Gemenges von Mercurisulfat und Natriumchlorid:

$$\underset{\text{Mercurisulfat}}{Hg\,SO_4} + \underset{\text{Natriumchlorid}}{2\,Na\,Cl} = \underset{\text{Natriumsulfat}}{Na_2\,SO_4} = \underset{\text{Mercurichlorid}}{Hg\,Cl_2}$$

Silber. Argentum. Ag.

Atomgewicht = 108.

Silberoxyd: $Ag_2\,O$, wird durch Fällung einer Lösung von Silbernitrat mit Natronlauge als braunes Pulver erhalten. Eigentlich müßte sich Silberhydroxyd bilden; dieses ist jedoch unbeständig, es entsteht deßhalb nur das Anhydrid:

$$\underset{\text{Silbernitrat}}{2\,Ag\,NO_3} + \underset{\text{Natriumhydroxyd}}{2\,Na\,HO} = \underset{\text{Natriumnitrat}}{2\,Na\,NO_3} + \underset{\text{Silberoxyd}}{Ag_2\,O} + \underset{\text{Wasser.}}{H_2O.}$$

Silberchlorid oder **Chlorsilber:** $Ag\,Cl$, erhält man durch Zersetzung eines gelösten Silbersalzes mit Salzsäure. Das Silberchlorid wird leicht zu metallischem Silber reducirt, so durch Zink oder Eisen in Berührung mit säurehaltigem Wasser:

$$2\,AgCl + Zn = ZnCl_2 + 2\,Ag;$$

oder durch Schmelzen mit Alkalicarbonat und Natriumchlorid. Der Zusatz von Natriumchlorid hat in diesem Falle den Zweck, die Schlacke leichter ablösbar zu machen:

$$2\,Ag\,Cl + K_2CO_3 = K\,Cl + CO_2 + O + 2\,Ag.$$

Gold. Aurum. Au.

Atomgewicht = 197.

Um aus einer Silber-Goldlegierung, welche über 20 Proz. Gold enthält, das Gold abzuscheiden, löst man dieselbe in Salpetersalzsäure, dampft die freien Säuren ab, und löst im Wasser, wobei das Silber als Silberchlorid zurückbleibt. Zu der goldchloridhaltigen Lösung setzt man Ferrosulfat, wodurch das Gold als feines braunes Pulver niederfällt.

$$\underset{\text{Goldchlorid}}{2\,AuCl_3} + \underset{\text{Ferrosulfat}}{6\,Fe''SO_4} = \underset{\text{Ferrisulfat}}{2\,\mathbf{Fe}^{VI}(SO_4)''_3} + \mathbf{Fe}^{VI}Cl_6 + 2\,Au.$$

Organische Chemie.

Alkoholradicale und Säureradicale.

Radicale der Aethylreihe.

Aethylwasserstoff: $C_2H_6 = \left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}$ oder $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}$

Diese Verbindung bildet sich, wenn man Methyljodid mit Zink in verschlossenen Gefäßen auf 150° erhitzt:

$$\underset{\text{Methyljodid}}{2\,CH_3J} + Zn = ZnJ_2 + C_2H_6.$$

Aus **Aethyljodid** erhält man **Aethylwasserstoff** dadurch, daß man es mit Zn und H_2O in der angegebenen Weise erhitzt:

$$\underset{\text{Aethyljodid}}{2\,C_2H_5J} + 2\,Zn + H_2O = \underset{\text{Zinkjodid}}{ZnJ_2} + \underset{\text{Zinkoxyd}}{ZnO} + 2\,C_2H_6$$

Behandelt man die zusammengesetzten Aether und Aethersäuren mit Basen, so entsteht ein Metallsalz und der Alkohol wird zurückgebildet. Man nennt diese doppelte Zersetzung Verseifung:

$$\underset{\text{Aethylacetat}}{\left.\begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_3O\end{matrix}\right\}O} + \underset{\text{Kaliumhydroxyd}}{\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O} = \underset{\text{Kaliumacetat}}{\left.\begin{matrix}K\\C_2H_3O\end{matrix}\right\}O} + \underset{\text{Aethylalkohol.}}{\left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}O.}$$

Aethylalkohol: $C_2H_6O = \left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}O$ od. $\left\{\begin{matrix}CH_3\\CH_2\end{matrix}\right.OH'$

gewöhnlich kurzweg Alkohol oder Weingeist genannt, bildet sich bei der geistigen Gährung des Zuckers:

$$\underset{\text{Traubenzucker}}{C_6H_{12}O_6} = \underset{\text{Aethylalkohol}}{2\,C_2H_6O} = + \underset{\text{Kohlensäureanhydrid.}}{2\,CO_2}$$

Aethyläther oder **Aethyloxyd:** $C_4H_{10}O = \left.\begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_5\end{matrix}\right\}O.$

Diese Verbindung, welche gewöhnlich einfach Aether genannt wird, bildet sich bei der Einwirkung von Aethyljodid auf Kaliumalkoholat:

$$\left.\begin{matrix}K\\C_2H_5\end{matrix}\right\}O + \begin{matrix}C_2H_5\\J\end{matrix} = \left.\begin{matrix}K\\J\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_5\end{matrix}\right\}O$$

Kaliumalkoholat Aethyljodid Kaliumjodid

Im Großen gewinnt man den Aether durch Erhitzen des Alkohols mit Schwefelsäure. Es finden dabei zwei Reactionen statt; zuerst bildet sich Aethylschwefelsäure und Wasser:

$$\left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}SO_4 = \left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}SO_4 + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O.$$

Alkohol Aethylschwefelsäure

Die Aethylschwefelsäure wirkt bei 140° auf ein zweites Molekül Alkohol ein, wobei wieder H für Aethyl ausgetauscht wird und Aether nebst Schwefelsäure entstehen:

$$\left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}SO_4 = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}SO_4 + \left.\begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_5\end{matrix}\right\}O.$$

Alkohol Aethylschwefelsäure Schwefelsäure Aether.

Aethylhydrosulfid oder **Aethylmercaptan:** C_2H_6S $\left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}S$, erhält man durch Erhitzen von Aethylchlorid mit Kaliumhydrosulfid:

$$\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}S + \left.\begin{matrix}C_2H_5\\Cl\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}K\\Cl\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}S.$$

Kaliumhydrosulfid Aethylchlorid Kaliumchlorid Aethylmercaptan.

Aethylchlorid: C_2H_5Cl, erhält man durch Einleiten von trockenem Chlorwasserstoffgas in absoluten Alkohol und gleichzeitige Destillation:

$$\left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}C_2H_5\\Cl\end{matrix}\right\}$$

Chlorwasserstoff Aethylalkohol Wasser Aethylchlorid.

Aethylbromid: C_2H_5Br, und **Aethyljodid:** C_2H_5J, erhält man durch Erwärmung von Alkohol mit rotem P unter Zusatz von Br oder J. Dadurch entsteht zunächst Brom- oder Jodphosphor, welche sich dann mit dem Alkohol zu Brom- oder Jodäthyl, Phosphorsäure und Wasser umsetzen, z. B.: $5\left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}O + PJ_5 = H_3PO_4 + H_2O + 5C_2\left.\begin{matrix}H_5\\J\end{matrix}\right\}$

Aethylnitrit: $(C_2H_5)'NO_2$. entsteht durch Einleiten von Salpetrigsäureanhydrid in Alkohol:

$$2C_2H_6O + N_2O_3 + H_2O + 2(C_2H_5)'NO_2.$$

Alkohol Salpetrigsäureanhydrid Aethylnitrit

Aethylamin: $\left.\begin{matrix}C_2H_5\\H_2\end{matrix}\right\}N$, erhält man, wenn man Ammoniaklösung auf Aethylbromid oder Aethyljodid in einer verschlossenen Röhre einige Zeit bei einer Temperatur von 100° einwirken läßt:

$$\left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\}N + \left.\begin{matrix}CH_5\\J\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}H\\J\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\\H\end{matrix}\right\}N.$$

Die Verbindung kann auch durch Erhitzen von Aethylcyanat mit Kaliumhydroxyd dargestellt werden.

$$\underset{\text{Aethylcyanat}}{\left.\begin{matrix}C_2H_5\\CN\end{matrix}\right\}O} + 2\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O = \underset{\text{Kaliumcarbonat}}{K_2CO_3} + \underset{\text{Aethylamin.}}{\left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\\H\end{matrix}\right\}N.}$$

Diäthylamin: $\left.\begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}N$, erhält man durch Einwirkung von Aethyljodid auf Aethylamin.

$$\underset{\text{Aethylamin}}{\left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\\H\end{matrix}\right\}N} + \underset{\text{Aethyljodid}}{\left.\begin{matrix}C_2H_5\\J\end{matrix}\right\}} = \left.\begin{matrix}H\\J\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}N.$$

Boräthyl: $Bo(C_2H_5)'_3$, erhält man durch Behandlung von Aethylborat mit Zinkäthyl:

$$2\underset{\text{Boräthylat}}{\left.\begin{matrix}(C_2H_5)'_3\\Bo'''\end{matrix}\right\}O_3} + 3\underset{\text{Zinkäthyl}}{\left.\begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_5\end{matrix}\right\}Zn} =$$

$$= 2\underset{\text{Boräthyl}}{\left.\begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_5\\C_2H_5\end{matrix}\right\}Bo} + 3\underset{\text{Zinkalkoholat.}}{\left.\begin{matrix}Zn\\(C_2H_5)'_2\end{matrix}\right\}O_2}$$

Verbindungen des dem Aethyl correspondierenden Säureradicals — Acetyl.

Unter dem Einflusse oxydierender Agentien geht der Aethylalkohol sowie alle mit demselben homologen Alkohole unter Verlust von 2 At. H in Verbindungen über, die man **Aldehyde** nennt. Bei weiterer Oxydation gehen die Aldehyde unter Aufnahme von 1 At. O in **Säuren** über, deren Radical

an der Stelle von 2 At. H des Alkoholradicals 1 At. O enthält. Jedem Alkohol entspricht sohin ein Aldehyd und eine eigentümliche Säure. Die Aldehyde sind die Zwischenprodukte von Alkoholen und zugehörigen Säuren.

$$\left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}O - 2\,H = \left.\begin{matrix}C_2H_3O\\H\end{matrix}\right\};$$

Aethylalkohol — Aldehyd

$$\left.\begin{matrix}C_2H_3O\\H\end{matrix}\right\} + O = \left.\begin{matrix}C_2H_3O\\H\end{matrix}\right\}O.$$

Aldehyd — Essigsäure.

Acetaldehyd: $C_2H_4O = \left.\begin{matrix}H\\C_2H_3O\end{matrix}\right\}$ oder $\left\{\begin{matrix}CH_3\\COH\end{matrix}\right.$ ist das erste Produkt bei der Oxydation des Aethylalkohols und entsteht dadurch, daß demselben 2 At. H entzogen werden:

$$\left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}O + O = H_2O + \left.\begin{matrix}C_2H_3O\\H\end{matrix}\right\}$$

Acethylchlorid: $\left.\begin{matrix}C_2H_3O\\Cl\end{matrix}\right\}$ entsteht, wenn die Chloride des P auf Essigsäure einwirken:

$$PCl_5 + \left.\begin{matrix}C_2H_3O\\H\end{matrix}\right\}O = PCl_3O + HCl + \left.\begin{matrix}C_2H_3O\\Cl\end{matrix}\right\}$$

Phosphorpentachlorid — Essigsäure — Phosphoroxychlorid — Acetylchlorid.

Essigsäureanhydrid: $\left.\begin{matrix}C_2H_3O\\C_2H_3O\end{matrix}\right\}O$, wird erhalten, wenn man Acetylchlorid auf wasserfreies Natriumacetat einwirken läßt:

$$\left.\begin{matrix}Na\\C_2H_3O\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}C_2H_3O\\Cl\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}Na\\Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}C_2H_3O\\C_2H_3O\end{matrix}\right\}O.$$

Natriumacetat — Acetychlorid — Natriumchlorid — Essigsäureanhydrid

Stickstoffverbindungen des Acetyls.

Sowie die Alkoholradicale den H im Amoniak zu substituiren fähig sind, so lassen sich auch die Säureradicale in das Molecül des Amoniaks übertragen und liefern so die als **Amide** bekannten Verbindungen.

Das **Acetamid** $\left.\begin{matrix}C_2H_3O\\H\\H\end{matrix}\right\}N$ bildet sich, wenn man Aethylacetat mit Amoniak behandelt:

$$\left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\}N + \left.\begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_3O\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}C_2H_3O\\H\\H\end{matrix}\right\}N.$$

Ammoniak Aethylacetat Alkohol Acetamid.

oder wenn man Ammoniumacetat erhitzt, wobei ein Molekül Wasser abgeschieden wird:

$$\left.\begin{matrix}C_2H_3O\\NH_4\end{matrix}\right\}O = H_2O + \left.\begin{matrix}C_2H_3O\\H_2\end{matrix}\right\}N.$$

Ammoniumacetat. Acetamid.

Durch die Einwirkung von Chlor auf Alkohol oder auf Aldehyd erhält man das **Chloral** $\left.\begin{matrix}H\\C_2Cl_3O\end{matrix}\right\}$.

Alkalien verwandeln das Chloral in **Chloroform** und ein Salz der Ameisensäure:

$$\left.\begin{matrix}H\\C_2Cl_3O\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}Na\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}Na\\COH\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}C\,Cl_3\\H\end{matrix}\right\}$$

Chloral Natriumhydroxyd Natriumformat Chloroform

Diese Verbindung kann als Substitutionsprodukt des Methylchlorids, als Dichlormethylchlorid $\left.\begin{matrix}CHCl_2\\Cl\end{matrix}\right\}$ oder als Chlorid des dreiwertigen Radicals Methenyl CH als Methenylchlorid $\left.\begin{matrix}CH\\Cl_3\end{matrix}\right\}$ betrachtet werden, gewöhnlich stellt man es durch Destillation von 4 Tl. Alkohol, 3 Tln. Wasser und 1 Tl. Chlorkalk dar.

Verbindungen der Alkohole und Säureradicale.

Formamid: $\left.\begin{matrix}CHO\\H\\H\end{matrix}\right\}N$, entsteht durch Erhitzen von Äthylformat mit trockenem Ammoniakgas:

$$\left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\}N + \left.\begin{matrix}C_2H_5\\CHO\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}CHO\\H\\H\end{matrix}\right\}O.$$

Aethylenalkohol oder **Aethylglycol:** $C_2H_6O_2 = \left.\begin{matrix}C_2H_4\\H_2\end{matrix}\right\}O_2$ oder $\left\{\begin{matrix}CH_2OH\\CH_2OH\end{matrix}\right.$. Um diesen Alkohol darzustellen, behandelt man Aethylendiacetat mit Kaliumhydroxyd bei 180

und destillirt dann in höherer Temperatur, wo der Aethylenalkohol übergeht und Kaliumacetat im Rückstand bleibt:

$$\left.\begin{matrix}C_2H_4\\(C_2H_3O)_2\end{matrix}\right\}O_2 + 2\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O = 2\left.\begin{matrix}K\\C_2H_3O\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}C_2H_4\\H_2\end{matrix}\right\}O_2.$$

Aethylendiacetat Kaliumacetat Aethylenalkohol.

Aethylenoxyd od. **Aethylenäther**: $C_2H_4O = (C_2H_4)''O$ oder $\left.\begin{matrix}CH_2\\CH_2\end{matrix}\right\}O$, wird durch Einwirkung von Kaliumhydroxyd auf Aethylenoxychlorid erhalten:

$$C_2H_4\left\}\begin{matrix}OH\\Cl\end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}K\\Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O + C_2H_4O.$$

Aethylenoxychlorid Kaliumhydroxyd Aethylenoxyd.

Glycolaminsäure, Glycocoll oder **Leimzucker**:

$$C_2H_5NO_2 = \left.\begin{matrix}H\\C_2H_2(H_2N)'O\end{matrix}\right\}O \text{ oder } \left\{\begin{matrix}CH_2NH_2\\CO\ OH\end{matrix}\right.$$

erhält man bei der Einwirkung von Ammoniak auf Monochloressigsäure:

$$\left.\begin{matrix}H\\C_2H_2Cl\,O\end{matrix}\right\}O + 2NH_3 = NH_4Cl + \left.\begin{matrix}H\\C_2H_2(H_2N)'O\end{matrix}\right\}O.$$

Monochloressigsäure Glycolaminsäure.

Lactaminsäure oder **Alanin**

$$C_3H_7NO_2 = C_3H_4(H_2N)'\left.\begin{matrix}H\\O\end{matrix}\right\}O \text{ oder } \left\{\begin{matrix}C_2H_4NH_2\\COOH\end{matrix}\right.$$

entsteht aus Chlorpropionsäure durch Einwirkung von Ammoniak und wenn Acetaldehyd mit Cyanwasserstoffsäure gekocht wird:

$$\left.\begin{matrix}H\\C_2H_3O\end{matrix}\right\} + HCN + H_2O = \left.\begin{matrix}H\\C_3H_4(H_2N)'C\end{matrix}\right\}O.$$

Acetaldehyd Cyanwasserstoff Lactaminsäure.

durch Salpetersäure verwandelt sich das Alanin in Milchsäure:

$$\left.\begin{matrix}H\\C_3H_4(H_2N)'O\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}H\\NO\end{matrix}\right\}O =$$

$$H_2O + 2N + \left.\begin{matrix}H\\C_3H_4(HO)'O\end{matrix}\right\}O$$

Allyljodid: C_3H_5J, wird durch Einwirkung von Phosphorjodid auf Glycerin erhalten:

$$2\left.\begin{matrix}(C_3H_5)'''\\H_3\end{matrix}\right\}O_3 + P_2J = 2\left.\begin{matrix}(C_3H_5)'\\J\end{matrix}\right\} + 2\left.\begin{matrix}PO\\H\end{matrix}\right\}O_3 + 2J.$$

Glycerin Phosphorjodid Allyljodid

Behandelt man Allyljodid mit Br, so verwandelt es sich unter Abscheidung von J in Glycerylbromid:

$$\left.\begin{matrix}(C_3H_5)'\\J\end{matrix}\right\} + 3\,Br = J + \left.\begin{matrix}(C_3H_5)'''\\Br_3\end{matrix}\right\}$$

Allyljodid — Glyceryljodid

Letzteres erzeugt mit Silberacetat Silberbromid und Triacetin, welches beim Behandeln mit Aetzkali wieder Glycerin liefert:

$$3\left.\begin{matrix}Ag\\C_2H_3O\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}C_3H_5\\Br\end{matrix}\right\} = 3\left.\begin{matrix}Ag\\Br\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}C_3H_5\\(C_2H_3O)'_3\end{matrix}\right\}O_3$$

Silberacetat — Glycerylbromid — Silberbromid — Glycerylacetat

$$\left.\begin{matrix}C_3H_5\\(C_2H_3O)'_3\end{matrix}\right\}O_3 + 3\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O = 3\left.\begin{matrix}K\\C_2H_3O\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}C_3H_5\\H_3\end{matrix}\right\}O_3.$$

Glycerylacetat — Kaliumhydroxyd — Kaliumacetat — Glycerin.

Bernsteinsäure: $C_4H_6O_4 = \left.\begin{matrix}H_2\\C_4H_4O_2\end{matrix}\right\}O_2$ oder

$\left\{\begin{matrix}CO\,OH\\C_2H_4\\CO\,HO\end{matrix}\right.$ entsteht bei der Gährung des Zuckers und des Calciummalats (äpfelsäuren Calciums) und bei der Oxydation verschiedener Fette und Fettsäuren mit Salpetersäure, namentlich der Buttersäure:

$$C_4H_8O_2 + O_3 = H_2O + C_4H_6O_4$$

Buttersäure — Bernsteinsäure.

Seifen.

Erhitzt man Fett, z. B. Rindstalg, mit Kalilauge, so bildet sich Glycerin und eine Seife, welche Kaliumstearinat, Palminat und Oleat enthält:

$$\left.\begin{matrix}C_3H_5\\(C_{18}H_{35}O)_3\end{matrix}\right\}O_3 + 3\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O = 3\left.\begin{matrix}K\\C_{18}H_{35}O\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}C_3H_5\\H_3\end{matrix}\right\}O_3.$$

Glycerilstearinat — Kaliumhydroxyd — Kaliumstearinat — Glycerin

Die Natronseifen bereitet man, indem man zunächst Kaliseife darstellt und diese dann durch Zusatz von Kochsalz in Natronseife überführt. Das Kochsalz setzt sich mit der Kaliseife in Natronseife und Kaliumchlorid um:

$$\left.\begin{matrix}K\\C_{18}H_{35}O\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}Na\\Cl\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}K\\Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}Na\\C_{18}H_{55}O\end{matrix}\right\}O.$$

Kaliumstearinat — Natriumstearinat.

Kohlenhydrate.

Die chemische Constitution der Kohlenhydrate ist noch nicht genügend erforscht. Die meisten derselben zeigen ein den Alkoholen, Aethern und Aldehyden ähnliches Verhalten. Man teilt sie in drei Gruppen:

A. Zuckerarten.

a) Nicht direkt gährungsfähig:

$C_{12}H_{22}O_{11}$, Rohrzucker, Milchzucker;

b) direkt gährungsfähig:

$C_6H_{12}O_6$, Traubenzucker, Fruchtzucker, Galactose.

B. Gummiarten:

$C_6H_{10}O_5$, Gummi, Dextrin, Bassorin.

C. Kohlenhydrate mit organisirter Struktur.

$C_6H_{10}O_5$, Stärkmehl, Inulin, Lichenin, Cellulose.

Traubenzucker oder **Glucose**: $C_6H_{12}O_6$, auch Dextrose, Stärkezucker Krümelzuckel genannt, wird in Berührung mit Hefe in Gährung versetzt und verwandelt sich in Alkohol und Kohlensäureanhydrid:

$$C_6H_{12}O_6 = \underset{\text{Alkohol}}{2\,C_2H_6O} + 2\,CO_2$$

Der **Rohrzucker** oder **Sacharose**: $C_{12}H_{22}O_{11}$, ist nicht direkt gährungsfähig, durch längeres Kochen mit Wasser, durch verdünnte Säuren, sowie durch Einwirkung von Hefe verwandelt er sich aber unter Aufnahme von Wasser in modificirten Rohrzucker oder Invertzucker, ein Gemenge von Traubenzucker und Fruchtzucker, welche beide gährungsfähig sind:

$$\underset{\text{Rohrzucker}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O = \underset{\text{Traubenzucker}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Fruchtzucker.}}{C_6H_{12}O_6}$$

Glucoside.

Glucoside nennt man eine Gruppe organischer, im Pflanzenreiche sehr verbreiteter Verbindungen, welche die gemeinsame Eigenschaft haben, bei der Einwirkung von Säuren, Alkalien oder Fermenten, gewöhnlich unter Aufnahme von Wasser, sich in gährungsfähigen Zucker — meistens Trauben-

zucker — und eine Menge anderer Produkte zu spalten, unter welchen man Säuren, Aldehyde, Ammoniak ꝛc. findet.

Galläpfelgerbsäure oder **Tannin**, $C_{27}H_{22}O_{17}$, wird beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure unter Wasseraufnahme in Gallussäure und Zucker zerlegt:

$$\underset{\text{Tannin.}}{C_{27}H_{22}O_{17}} + 4H_2O = \underset{\text{Gallussäure.}}{3C_7H_6O_2} + \underset{\text{Traubenzucker.}}{C_6H_{12}O_6}$$

Salicin: $C_{13}H_{18}O_7$, findet sich in den Rinden der Weiden und Pappeln; durch Einwirkung von Emulsin, einem in den Mandeln als fermentwirkenden, eiweißartigen Stoff zerfällt es in Saligenin und Traubenzucker:

$$\underset{\text{Salicin.}}{C_{13}H_{18}O_7} + H_2O = \underset{\text{Saligenin.}}{C_7H_8O_2} + \underset{\text{Traubenzucker.}}{C_6H_{12}O_6}$$

Beim Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure spaltet sich das Salicin in einem harzartigen Körper Saliretin und Zucker:

$$\underset{\text{Salicin.}}{C_{13}H_{18}O_7} + H_2O = \underset{\text{Saliretin.}}{C_7H_6O} + \underset{\text{Traubenzucker.}}{C_6H_{12}O_6}$$

Amygdalin: $C_{20}H_{27}NO_{11} + 3$ aq. findet sich in den bittern Mandeln u. s. w.; durch verdünnte Säuren oder in Berührung mit Wasser und Emulsin wird es in Blausäure zerlegt:

$$\underset{\text{Amygdalin}}{C_{20}H_{27}NO_{11}} + 2H_2O = \underset{\text{Blausäure}}{HCN} + \underset{\text{Bittermandelöl}}{C_7H_6O} + \underset{\text{Zucker.}}{2C_6H_{12}O_6}$$

Myronsäure: $C_{20}H_{19}NS_2O_{12}$, findet sich als Kaliumsalz im Samen des schwarzen Senfs neben einer Myrosin genannten Substanz, die im weißen Senf angetroffen wird und gegenüber dem myrosinsauren Kalium dieselbe Rolle spielt wie Emulsin gegenüber dem Amygdalin. Durch diese Wechselwirkung entstehen aus dem Kaliumsalz Senföl, Traubenzucker und saures Kaliumsulfat:

$$\underset{\text{Myrosinsaures Kalium}}{KC_{10}H_{18}NS_2O_{10}} = \underset{\text{Senföl}}{\left.\begin{matrix}C_3H_5\\(CS)''\end{matrix}\right\}N} + \underset{\text{Traubenzucker}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Saures Kaliumsulfat.}}{\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}SO_4}$$

Harn.

Harnstoff, Carbonyldiamid oder Carbamid:

$$CH_4N_2O = \left.\begin{matrix}CO\\H_2\\H_2\end{matrix}\right\}N_2$$

— diese Verbindung findet sich,

außer im Harne, als dessen Hauptbestandteil, auch noch in geringer Menge im Blute und einigen thierischen Säften.

Künstlich kann man den Harnstoff auf verschiedene Weise darstellen, so bildet er sich beim Erhitzen des isomeren Ammoniumcyanats:

$$\left.\begin{matrix}NH_4\\CN\end{matrix}\right\} O = \left.\begin{matrix}CO\\H_2\\H_2\end{matrix}\right\} N_2$$

Ammoniumcyanat — Harnstoff

sowie beim Erhitzen von Carbonylchlorid mit Ammoniak im zugeschmolzenen Rohre:

$$\left.\begin{matrix}CO\\Cl_2\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}H_2\\H_2\\H_2\end{matrix}\right\} N_2 = \left.\begin{matrix}CO\\H_2\\H_2\end{matrix}\right\} N_2 + 2 \left.\begin{matrix}Cl\\H\end{matrix}\right\}$$

Carbonylchlorid — Ammoniak — Harnstoff — Chlorwasserstoff

Die wässrige Lösung des Harnstoffs zersetzt sich beim Kochen unter Wasseraufnahme in Ammoniumcarbonat:

$$CN_2H_4O + 2H_2O = (NH_4)'_2\ CO_3$$

Ersetzt man in dem Harnstoff 1, 2 oder 3 Atome H durch Alkohol- oder Säureradicale, so erhält man die sogenannten zusammengesetzten Harnstoffe, wie z. B. Diäthylharnstoff:

$$\left.\begin{matrix}CO\\(C_2H_5)'\\H_2\end{matrix}\right\} N_2,\quad \text{Acetylharnstoff:}\ \left.\begin{matrix}CO\\C_2H_3O\\H_3\end{matrix}\right\} N_2.$$

Alkoholgährung.

Die Alkoholgährung oder geistige Gährung veranlaßt den Zerfall der gährungsfähigen Zuckerarten in Alkohol und Kohlensäureanhydrid:

$$C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_6O + 2CO_2$$

Aufgaben.

1. Wie viel Kohlensäure entsteht bei der geistigen Gährung aus 2 Kilogr. Traubenzucker?

Auflösung.

Gestützt auf obigen chem. Prozeß haben wir:

$6C = 6.12 = 72$		$2C = 2.12 = 24$	
$12H = 12.1 = 12$		$4O = 4.16 = 64$	
$6O = 6.16 = 96$		$2CO_2 =$	88
$C_6H_{12}O_6 =$	180		

folglich: $180 : 88 = 2 : x$

$x = 977,7$ Grm. Kohlensäure.

2. Wie viel Alkohol entsteht bei der geistigen Gährung von 2 Kilogr. Traubenzucker?

Auflösung:

$$\begin{array}{rcrcl} 6C & = & 6 \,.\, 12 & = & 72 \\ 12H & = & 12 \,.\, 1 & = & 12 \\ 6O & = & 6 \,.\, 16 & = & 86 \\ \hline C_6H_{12}O_6 & = & & & 180 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcrcl} 4C & = & 4 \,.\, 12 & = & 48 \\ 12H & = & 12 : 1 & = & 12 \\ 2O & = & 2 \,.\, 16 & = & 32 \\ \hline 2C_2H_6O & = & & & 92 \end{array}$$

daher $180 : 92 = 2000\ x$

$x = 1022,2$ Grm. Alkohol.

3. Wie viel Wasser nehmen 4 Kilogr. Rohrzucker auf, um bei der geistigen Gährung in Kohlensäure und Alkohol zerfallen zu können?

Auflösung. Nach Früherem wissen wir, daß

$$\underset{\text{Rohrzucker}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O} = \underset{\text{Traubenzucker}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Fruchtzucker}}{C_6H_{12}O_6}$$

Daher brauchen wir:

$$\begin{array}{rcrcl} 12C & = & 12 \,.\, 12 & = & 144 \\ 22H & = & 22 \,.\, 1 & = & 22 \\ 11O & = & 11 \,.\, 16 & = & 176 \\ \hline C_{12}H_{22}O_{11} & = & & & 342 \end{array} \qquad \begin{array}{rcl} 2H & = & 2 \\ O & = & 16 \\ \hline H_2O & = & 18 \end{array}$$

folglich: $342 : 18 = 4 : x$

$x = 210$ Grm. Wasser.

Essiggewinnung aus geistigen Flüssigkeiten.

(Essiggährung.)

Essigsäure kann durch Oxydation von Alkohol dargestellt werden. — Reiner Alkohol wird für sich an der Luft, auch wenn er mit Wasser verdünnt ist, nicht oxydirt; aber in Berührung mit Platinschwarz verwandelt er sich zuerst in Aldehyd und dann in Essigsäure. Derselbe Prozeß findet statt, wenn verdünnter Alkohol mit Essig oder gewissen in

Verwesung begriffenen stickstoffhaltigen Substanzen in Berührung ist.

Dadurch, daß dem Alkohol 2 Atome Wasserstoff entzogen werden, entsteht Aldehyd:

$$\left.\begin{matrix} C_2H_5O \\ H \end{matrix}\right\} + O = H_2O + \left.\begin{matrix} C_2H_3O \\ H \end{matrix}\right\}$$

Alkohol Aldehyd

Dieser nimmt dann im Verlauf des weiteren Prozesses noch 1 At. O auf und bildet Essigsäure:

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3O \\ H \end{matrix}\right\} + O = \left.\begin{matrix} C_2H_3O \\ H \end{matrix}\right\} O.$$

Aldehyd Essigsäure

Folglich können wir uns die Essigbildung folgendermassen veranschaulichen:

C_2H_6O = Alkohol
C_2H_4O = Aldehyd
$C_2H_4O_2$ = Essigsäure.

Aufgabe.

Wie viel Essigsäure entsteht bei der Essigbildung aus zwei Kilogr. absolutem Alkohol?

Auflösung.

$2C = 2 \cdot 12 = 24$		$2C = 2 \cdot 12 = 24$	
$6H = 6 \cdot 1 = 6$		$4H = 4 \cdot 1 = 4$	
$O = 16$		$2O = 2 \cdot 16 = 32$	
$C_2H_6O =$	46	$C_2H_4O_2 =$	60

daher: $46 : 60 = 2 : x$

$x = 2{,}6$ Klgr. Essigsäure.

Aromatische Verbindungen.

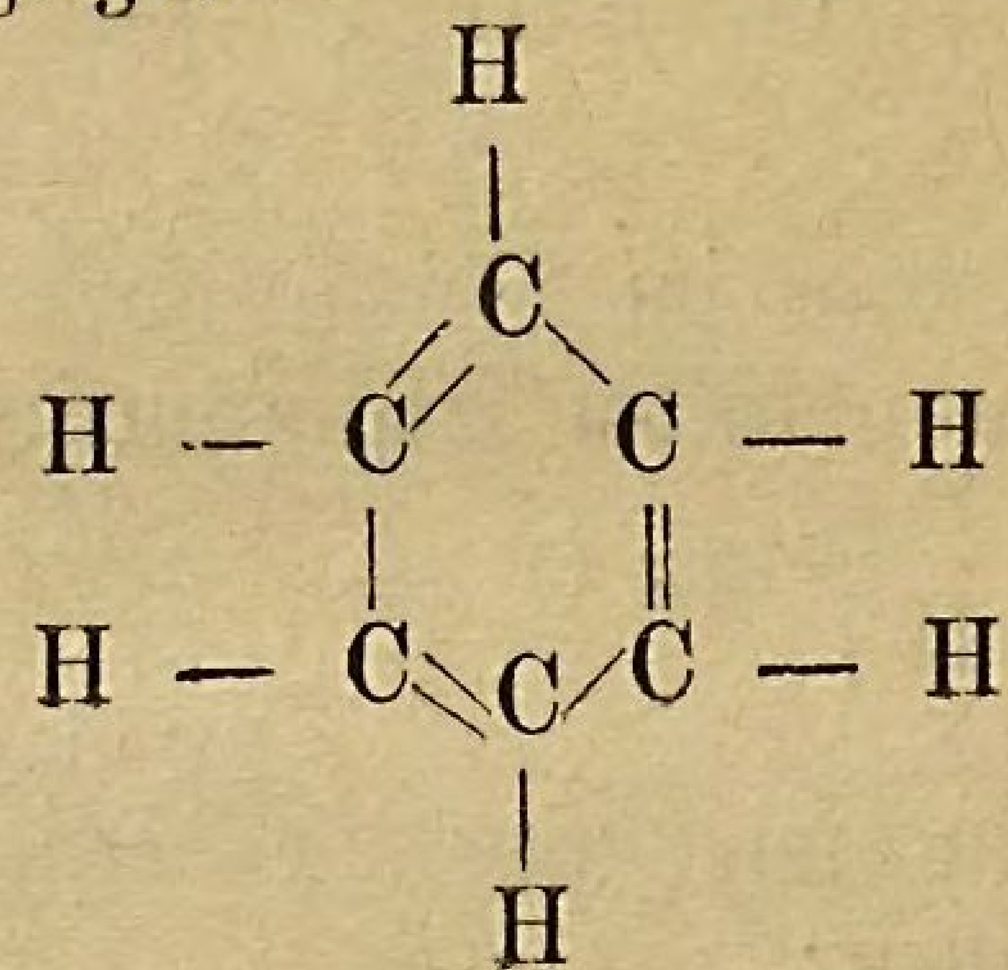
Benzol und Derivate desselben.

Benzol (Benzin, Phenylwasserstoff): C_6H_6. Am reinsten erhält man das Benzol durch Destillation von Benzoesäure mit gebranntem Kalk:

$$\left.\begin{matrix} H \\ C_6H_5CO \end{matrix}\right\} O + CaO = CaCO_3 + C_6H_6$$

Im Benzol sind von den Verwandtschaftseinheiten der 6 At. C 18 zur gegenseitigen Bindung gebraucht und die übrigen 6 durch H gesättigt. Man nimmt an, daß an

jedem C Atom sich ein 1 H Atom angelagert findet und daß an jedem C Atom abwechselnd durch je eine und durch je zwei Verwandtschaftseinheiten erfolgt. Die C Atome bilden demnach eine ringförmig geschlossene Kette, wie folglende graphische Formel zeigt:



Trihydroxylbenzol oder Pyrogallussäure:

$$C_6H_6O_3 = C_6H_3 \begin{cases} OH \\ OH \\ OH \end{cases}$$ wird erhalten, indem man scharf getrocknete Gallussäure mit dem doppelten Gewicht Bimsteinpulver in einer Retorte im Oelbade auf 215° erhitzt:

$$\underset{\text{Gallussäure}}{C_7H_6O_5} = \underset{\text{Pyrogallussäure}}{C_6H_6O_3} + CO_2$$

Amidobenzol oder Anilin: $C_6H_5(NH_2)'$

dasselbe findet sich in geringer Menge im Steinkohlentheer. Man erhält es durch Behandlung von Nitrobenzol mit reducierenden Substanzen wie H_2S, Zn oder Sn und HCl, Eisenfeile und Essigsäure, d. h. mit H in status nascens:

$$\underset{\text{Nitrobenzol}}{C_6H_5(NO_2)'} + 6H = 2H_2O + \underset{\text{Anilin}}{C_6H_5(NH_2)'}$$

Anilinrot (Fuchsin, Roseïn, Ozaleïn, Solferino, Magenta) ist die Verbindung einer **Rosanilin** genannten und $C_{20}H_{19}N_3$ zusammengesetzten Ammoniakblase mit einer Säure. Sie entsteht dadurch, daß Toluidin (ein dem Anilin ähnlicher Körper) sich mit Anilin unter Austritt von H, welcher oxydiert wird, vereinigt:

$$C_6\left.\begin{matrix}H_5\\H_2\end{matrix}\right\}N + 2\;C_6H_4\,.\left.\begin{matrix}CH_3\\H_2\end{matrix}\right\}N + O_3 =$$

Anilin — Tuluidin

$$= \left.\begin{matrix}(C_6H_4)''\\(C_6H_3\,.\,CH_3)''_2\\H_3\end{matrix}\right\}N_3 + 3\,H_2O.$$

Anilinrot.

Benzylalkohol: $C_7H_8O = C_6H_5\,.\left.\begin{matrix}CH_2\\H\end{matrix}\right\}O$, entsteht, wenn man Benzylchlorid mit einer alkoholischen Lösung von Aetzkali behandelt:

$$C_6H_5\,.\left.\begin{matrix}CH_2\\Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O = C_6H_5\,.\left.\begin{matrix}CH_2\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}K\\Cl\end{matrix}\right\}$$

Benzylchlorid — Benzylalkohol

Benzoesäure oder **Benzoylsäure:** $C_7H_6O_2$ oder $C_6H_5\,.\left.\begin{matrix}H\\CO\end{matrix}\right\}O$, findet sich fertig gebildet im Benzoeharz und einigen andern Harzen.

Um die Säure aus dem Harn der Pflanzenfresser, der Hippursäure enthält, darzustellen, hat man denselben mit Salzsäure zu kochen und erkalten zu lassen, wobei die Benzoesäure auskrystallisiert:

$$C_2H_2(C_7H_5O\,.\,HN)'\left.\begin{matrix}H\\O\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O =$$

Hippursäure

$$= C_2H_2(H_2N)'\left.\begin{matrix}H\\O\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}H\\C_7H_5O\end{matrix}\right\}O.$$

Glycolaminsäure — Benzoesäure.

Naphtalin und Derivate desselben.

Naphtalin: $C_{10}H_8$ entsteht bei der trockenen Destillation organischer Körper und der Steinkohlen.

Bei längerem Kochen des Naphtalins mit Salpetersäure spaltet sich das Naphtalinmolekül in zwei Gruppen in Folge dessen Phtalsäure und Oxalsäure entstehen:

$$C_{10}H_8 + 8\,O = \left.\begin{matrix}H_2\\C_2O_2\end{matrix}\right\}O_2 + C_6H_4\,.\left.\begin{matrix}C_2O_2\\H_2\end{matrix}\right\}O_2.$$

Oxalsäure — Phtalsäure.

Wird letztere mit Kalk destilliert, so zerfällt sie in Benzol und Kohlensäureanhydrid:

$$C_6H_4\,.\,C_2\left.\begin{matrix}O_2\\H_2\end{matrix}\right\}O_2 + 2\,CaO = 2\,CaCO_3 + C_6H_6$$

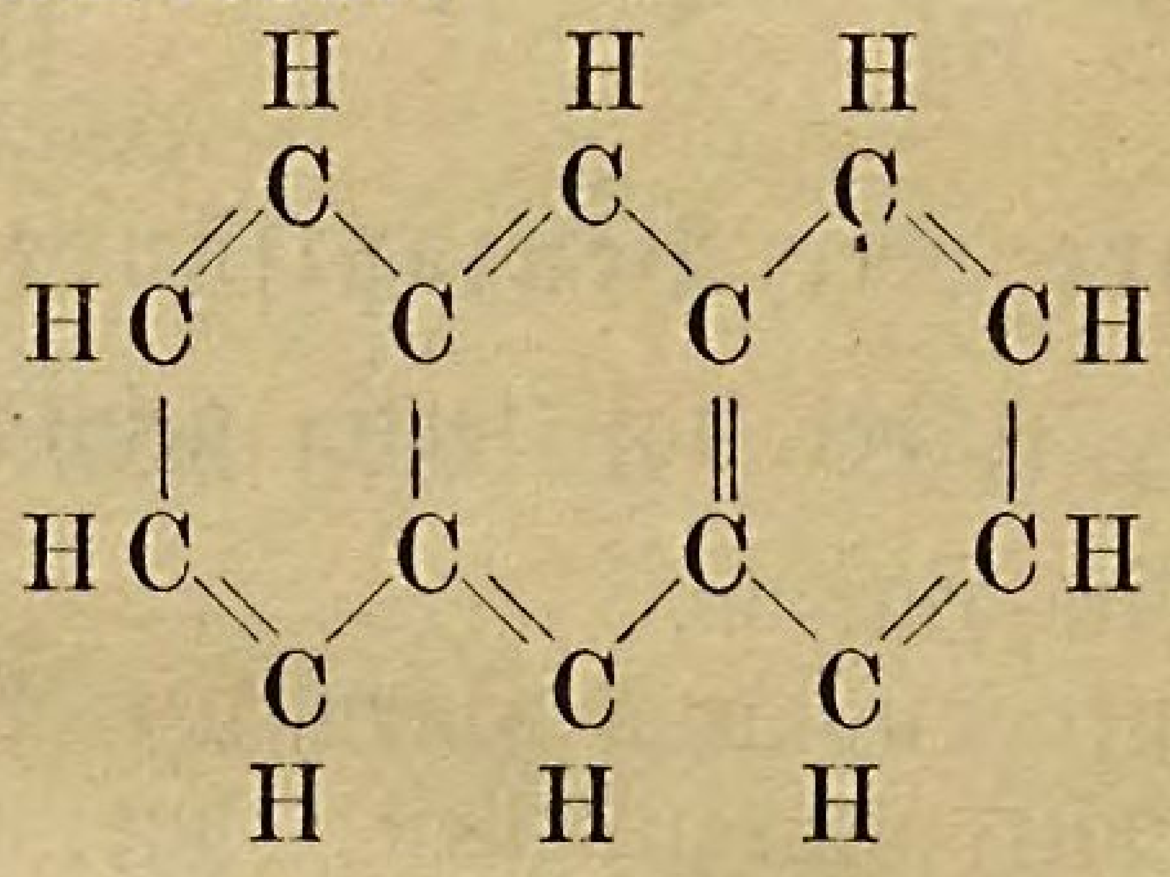
Phtalsäure. — Calciumcarbonat — Benzol

Anthracen und Derivate desselben.

Anthracen: $C_{14}H_{10}$, ein Bestandtheil des Theeres, erhält man künstlich neben dem Kohlenwasserstoff: $C_{14}H_{14}$, wenn man Benzylchlorid mit Wasser in verschlossenen Gefäßen auf 190° erhitzt:

$$4C_7H_7Cl + 2H_2O = 4HCl + 2H_2O + C_{14}H_{14} + C_{14}H_{10}$$

Das Anthracen kann man als Naphtalin betrachten, in welchem 2 At. H durch die Gruppe C_4H_4 (Diacetylen) ersetzt sind, oder als Benzol, in welchem an die Stelle von 4 At. H zweimal die Gruppe C_4H_4 getreten ist, wie dies folgende Formel ausdrückt:



Alizarin: $C_{14}H_8O_4$ oder $C_{14}H_6\left\{\begin{matrix}(O_2)''\\(OH_2)'\end{matrix}\right.$; diese Verbindung ist das wirksame, färbende Prinzip der Krappwurzel. Künstlich erhält man das Alizarin, wenn man Anthrachinon oder Oxyanthracen (erhalten durch Kochen von Anthracen mit Salpetersäure) mit Br in verschlossenen Gefäßen auf 100° erhitzt, wobei sich Dibromanthrachinon bildet. Wird dasselbe mit conc. Kalilauge auf 180—260° erhitzt, so nimmt die Masse eine dunkelblaue Farbe an und löst sich dann im Wasser mit schön violetter Färbung auf. Auf Zusatz einer Säure scheidet sich aus dieser Lösung das Alizarin in rotbraunen Flocken ab:

$$\underbrace{C_{14}H_6Br_2(O_2)''}_{\text{Dibromanthrachinon}} + \underbrace{4KHO}_{\text{Kaliumhydroxyd.}} =$$
$$= 2KBr + 2H_2O + C_{14}H_6(KO)'_2(O)''_2.$$

$$C_{14}H_6(KO)'_2(O_2)'' + 2HCl =$$
$$= 2KCl + \underbrace{C_{14}H_6(HO)'_2(O_2)''}_{\text{Alizarin.}}$$

9

Ruchte, Sebastian,

Allgemeine Einleitung zum Studium der Chemie nebst einer gedrängten Zusammenstellung der wichtigsten chemischen Prozesse mit stöchiometrischen Aufgaben

Ingolstadt 1881